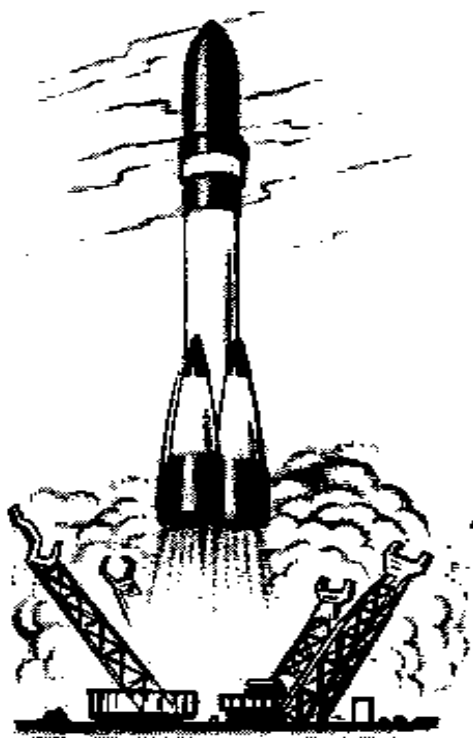


**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА ИМЕНИ А. Н. БЕКЕТОВА**

**А. М. Горбенко, И. В. Вальченко**

# **ФИЗИКА**



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
для практических и самостоятельных занятий

*(для иностранных студентов подготовительного отделения  
инженерно-технических, инженерно-экономических, охраны здоровья,  
биологических, физкультурных и сельскохозяйственных специальностей)*

**Харьков  
ХНУГХ им. А. Н. Бекетова  
2015**

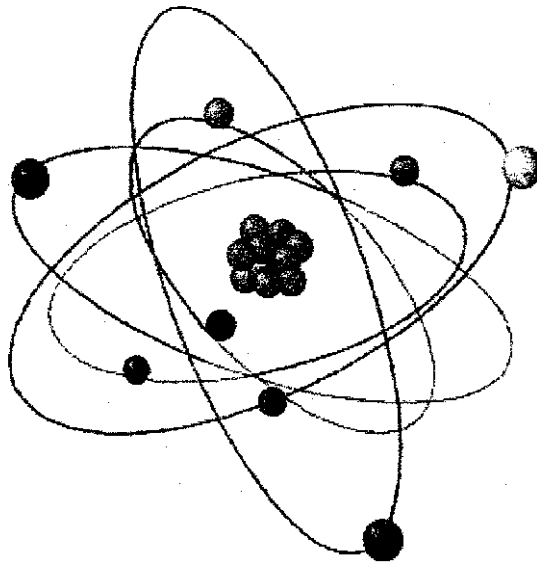
**Горбенко А. М.** Физика : Методические указания для практических и самостоятельных занятий (для иностранных студентов подготовительного отделения инженерно-технических, инженерно-экономических, охраны здоровья, биологических, физкультурных и сельскохозяйственных специальностей) / А. М. Горбенко, И. В. Вальченко; Харьков. нац. ун-т гор. хоз-ва им. А. Н. Бекетова. – Харьков : ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2015. – 108 с.

Авторы: А. М. Горбенко, И. В. Вальченко

Рецензент: *Виноградов Владимир Егорович*, канд. техн. наук, доц.,  
ст. научн. сотр. кафедры физики металлов и полупроводников  
Национального технического университета «Харьковский  
политехнический институт»

Утверждено кафедрой украинского и русского языков как иностранных,  
протокол № 2 от 02.10.2013

# ФИЗИКА



Физика – одна из естественных наук об окружающем нас материальном мире. Все объекты материального мира находятся в непрерывном движении: планеты и звезды, молекулы и атомы, элементарные частицы внутри атомов, ядер и так далее.

Основные понятия физики: время, пространство, материя, движение.

Движение материи имеет различные формы: физическую, химическую, биологическую .

Курс общей физики делится на разделы: механика, молекулярная физика, термодинамика, электродинамика, колебания и волны, оптика, атомная и ядерная физика.

В каждом разделе изучается определенная форма движения материи.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемые методические указания предназначены для иностранных студентов подготовительного отделения, готовящихся к дальнейшему обучению в высших учебных заведениях инженерно-технических (инженерно-экономических) и медицинских профилей.

Главная задача методических указаний – ознакомление иностранных студентов с физическими понятиями, терминами, лексическими и грамматическими особенностями научного стиля речи, необходимыми для конструирования собственных высказываний в научном стиле, а также формирование навыков владения языком специальности.

Данные методические указания написаны в соответствии с программой по физике и содержат основы физики на русском языке для иностранных студентов в доступной для их восприятия форме.

С этой целью приводится словарь на четырех языках: русском, английском, французском, арабском. Словарь представлен в тематическом и алфавитном порядке.

Методические указания состоят из «Вводного курса», рассчитанного на девять первых занятий, и разделов: «Механика» (кинематика, динамика, статика) и «Гидростатика».

«Вводный курс» и каждый раздел указаний включает микротексты, упражнения, задачи, соответствующие таблицы, графики и физический диктант.

Равномерное распределение лексики по всему объему указаний и последовательное введение грамматических форм, конструкций помогут иностранному студенту не только начать изучать курс физики на русском языке, но и более прочно усвоить русский язык как язык специальности, а также овладеть научным стилем речи на начальном этапе обучения и, таким образом, подготовиться к восприятию основного курса физики.

Методические указания снабжены иллюстрациями, которые облегчают понимание студентами физических понятий без словаря и способствуют образному их восприятию.

Указания могут быть использованы как для аудиторной работы под руководством преподавателя, так и для самостоятельной внеаудиторной работы студентов.

Авторы благодарят рецензента канд. техн. наук, доц., ст. научн. сотр. кафедры физики металлов и полупроводников НТУ «ХПИ» Виноградова В.Е. за рецензирование рукописи и ценные указания.

Авторы приносят искреннюю благодарность всем, кто принимал участие в издании методических указаний, особенно канд. физ. мат. наук, доц. Черняковой Л.Е. и доц. Троицкой В.В., замечания и советы которых легли в основу данного издания и улучшили как научные, так и методические его стороны.



# ВВОДНЫЙ КУРС ПО ФИЗИКЕ

## ФИЗИКА И ПРИРОДА

### Новые слова

#### Занятие 1

Русский	Английский	Французский	Арабский
основной	basic	fondamental	أساسي, رئيسي
понятие	idea; notion	idée	فكره
наука	science	science	علم
природа	nature	nature	طبيعته
материя	matter	matière	ماده
материальный	material	material	مادي
мир	world	savon	عالم
окружающий	surrounding	environnement	المحيط
изучать	study; learn	étudier	يدرس
свойство	property	propriété	ملكه, خاصيه
тело	body	corps	جسم
явление	phenomenon	phénomène	ظاهره, تعتبر
объект (предмет)	object	object	شيء
каждый (любой)	each (any)	chacun	كل
движение	motion	mouvement	حركه
двигаться	move	se mouvoir	يتحرك
изменение	change	changement	تغير
называть(ся)	call	s'appeller	يسمى
находить	find	trouver	يقع
непрерывный	continuos	continu	متواصل
например	for example	par exemple	مثال
таблица	table	table	جدول
человек	man	personne	انسان
дерево	tree	arbre	شجره
дом	house	maison	بيت
автобус	bus	autobus	باص
машина	car	voiture	سياره
солнце	sun	soleil	شمس
земля	earth; ground	terre	ارض
луна	moon	lune	قمر
самолёт	airplane	avion	طائره
вода	water	eau	ماء
чайник	kettle	teillere	ابريق الشاي
идти (идёт)	go; walk	marcher, aller	يذهب, يمشي
ехать (едет)	drive; go	aller	يذهب راكبا, يسافر
вращаться	rotate	tourner	يدور
вокруг	around; about	autour	حول
лететь	fly	voler	يطير
кипеть	boil	bouillir	يغلي
светить	shine	lumiere	يضيء
делить(ся)	divide	deviser	يقسم
раздел	part	chapitre	قسم
определённый	definite	défini	محدد

данный	given	donné	معطى
форма	form; shape	forme	شكل
вид	kind	espese	نوع, مظهر
кинематика	kinematics	cinematique	علم الحركة المجردة
кинематический	kinematical	cinematique	علم الحركة التجريدي
динамика	dynamics	dynamique	ديناميكا
динамический	dynamical	dynamique	ديناميكيه
статика	statics	statique	حسابي
гидростатика	hydrostatics	hydrostatique	أستاتيكا السوائل
молекула	molecule	molecule	جزيء
тепло	heat	chaleur	دافئ
тепловой	thermal	thermique	دفئي
термодинамика	thermodynamics	thermodynamique	الطاقة الحركية
электричество	electricity	électricité	كهرباء
электрический	electric	électrique	كهربائي
магнетизм	magnetism	magnétisme	مغناطيس
колебание	vibration	vibration	ذبذبه
волна	wave	onde	موجه
оптика	optic	optique	بصريات
атом	atom	atome	ذره
атомный	atomic	atomique	ذري
ядерный	nuclear	nucléaire	نووي
процесс	process	procès	عملية
простой	simple; easy	simple	بسيط
закон	law	loi	قانون

**Физика** – это наука о природе. Физика – это наука о мире, который нас окружает.

Физика **изучает** свойства физических тел и физические явления.









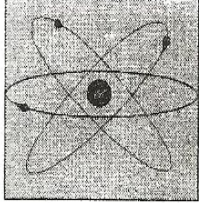
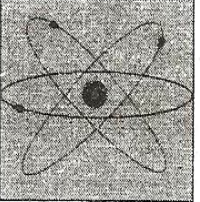


**Физическое тело** – это объект природы, это каждый (любой) предмет в физике (рисунок – рис. 1). Объекты природы могут быть большие и малые. Большие объекты – это **макрообъекты**, например, Солнце, Земля, Луна. Малые объекты – это **микрообъекты**, например, молекула, атом, электрон.

Каждое физическое тело имеет физические свойства: цвет, размеры, форму и другие.

**Физическое явление** – это движение объектов природы. Любое изменение в природе – это явление природы, это физическое явление.

В природе много физических явлений: механические, звуковые, тепловые и другие (рис.1).

Рис.1 Примеры физических тел и физических явлений

ФИЗИЧЕСКИЕ ТЕЛА		ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ	
	Земля – это физическое тело		Земля движется – это физическое явление.
	Человек – это физическое тело.		Человек движется – это физическое явление.
	Машина – это физическое тело.		Машина едет – это физическое явление.
	Животное - это физическое тело.		Животное движется - это физическое явление.
	Атом - это частица.		Электроны в атоме движутся - это физическое явление.
	Человек и телефон – это физические тела.		Человек говорит – это физическое явление.

**Упражнение 1.** Прочитайте текст. Напишите новые слова в тетрадь и выучите эти слова.

**Упражнение 2.** Ответьте на вопросы.

1. Что такое физика?
2. Что изучает физика?
3. Что такое физическое тело? Приведите примеры.
4. Какие объекты природы Вы знаете? Приведите примеры.
5. Что такое физическое явление? Приведите примеры.

**Упражнение 3.** Закончите предложения.

1. В физике все объекты – это...
2. Земля – это...
3. Молекула – это...
4. Изменение в природе – это... природы.
5. Солнце светит – это ... природы.
6. Машина движется – это ... явление.
7. Вода кипит – это ... явление.
8. Человек говорит – это ... явление.

## Занятие 2

## МАТЕРИЯ И ВИДЫ МАТЕРИИ

### Новые слова

русский	английский	французский	арабский
вещество (с.р.)	substance	substance	جوهـر مادة
вид (м.р.)	kind	aspect	نوع
всегда	always	toujours	دائما
гравитационный, -ая, -ое, -ые	gravitational	gravitationnel	جاذبي ( يجذب الأشياء )
движение (с.р.)	motion	mouvement	حركة
магнитный, -ая, -ое, -ые	magnetic	magnétique	مغناطيسي
материя (ж.р.)	matter	matière	مادة (متمالة, اشـر)
поле (с.р.)	field	champ	حقـل
реально	of real	réellement	حقيقي , واقعي
состоят (из чего?)	consist	se compose	يتكون من
существовать	exist	exister	الفعل يوجد
что такое?	what is?	ou'est-ce que c'est ?	ما هذا
электромагнитный, -ая, -ое, -ые	electromagnetic	électromagnétique	كهر ومغناطيسي

**Материя** – это все, что реально существует в природе. Существует два вида материи: **вещество и поле**.

**Вещество** – это один вид материи. Например: вода, воздух, мел, металл, дерево – это вещества. Вещество состоит из микрообъектов (молекул, атомов).

**Поле** – это другой вид материи. Например: гравитационное поле, электрическое поле, магнитное поле, электромагнитное поле. Материя всегда движется.

**Движение** – это любое изменение материи.

Существуют разные формы движения материи (рис.1 и рис.2).

физические	биологические	химические
		

Рис.1. Формы движения материи

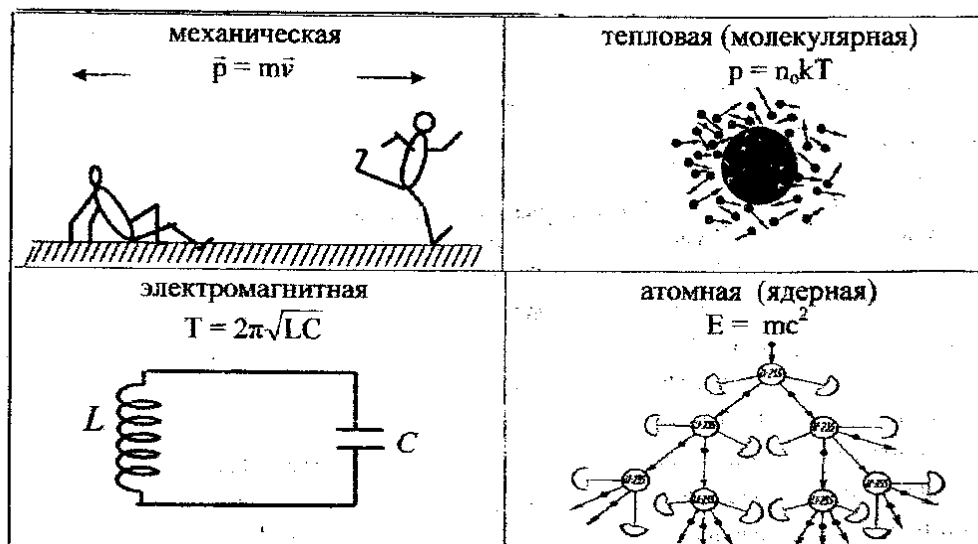


Рис.2. Физические формы движения материи

**Упражнение 1.** Прочитайте текст. Напишите новые слова в тетрадь и выучите эти слова.

**Упражнение 2.** Ответьте на вопросы.

1. Что такое материя?
2. Сколько видов материи Вы знаете?
3. Какие виды материи Вы знаете? Какие вещества Вы знаете?
4. Какие физические поля Вы знаете?

**Упражнение 3.** Закончите предложения.

1. Любое ... материи – это движение.
2. ... – это вид материи.
3. Механическое движение – это ... форма движения материи.
4. Существуют разные ... движения материи.

## Новые слова

Русский	Английский	Французский	Арабский
положение	position	position	وضعيه
пространство	space	espace	فضاء
время	time	temps	وقت
часы	watch	montre	ساعة

происходить	take place	passer	تحتل, تحل, يحصل
размер	size	mesure	قياس
длина	length	longueur	طول
ширина	breadth, width	largeur	عرض
высота	height	hauteur	الارتفاع
радиус	radius	rayon	شعاع
диаметр	diameter	diamètre	قطر
среди (между)	amidst, among	entre	متوسط (بين)
другой	another	autre	آخر, ثاني
рисунок (рис. )	drawing, picture	photo, image	رسمه
лежать (лежит)	lie	poser	يستلقي
стол	table	table	طاولة
книга	book	livre	كتاب
тетрадь	copy-book	cahier	دفتر
слева	left	à gauche	يسار
справа	to the right	à droite	يمين
определять	define	définir	يحدد, يعرف
относительно	relatively	relativement	نسبياً
пример	example	exemple	مثال
отсчет	reference	reference	نظام, حساب
покой	rest	repos	سكون, يهدأ
покоиться	rest	reposer	يسكن, يهدء
одновременно	simultaneously	simultanément	في وقت واحد
система	system	système	نظام, جهاز
координата	coordinate	coordonnée	أحداثي
ось координат	axis of coordinate	axe	المحور الأحداثي
точка	point	point	نقطه
прямая	straight, direct	la ligne droite	مستقيم, على طول
линия	line	ligne	خط
плоскость	plane	plan	مستوى
помощь	help	aider	مساعده
не учитывать (пренебрегать)	neglect	négliger	عطل, اهمل
рассматривать	examine, consider	considerer	يأخذ بعين الاعتبار
задача	problem, sum	problème	مسأله

Любое тело находится в пространстве среди других тел.

**Механическое движение** – это изменение положения физического тела относительно других тел в пространстве и во времени. Например: автобус движется относительно дома (рис.1).

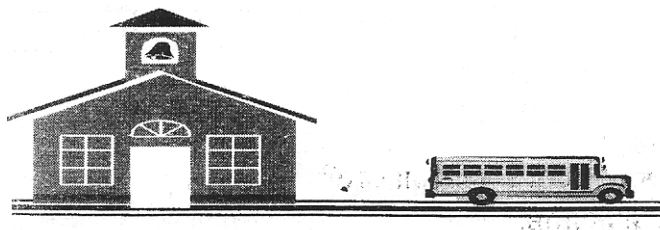


Рис. 1

Положение автобуса определяют относительно дома. Автобус – это **данное** тело, а дом – это **тело отсчета**.

Самолет летит вокруг Земли (рис.2).

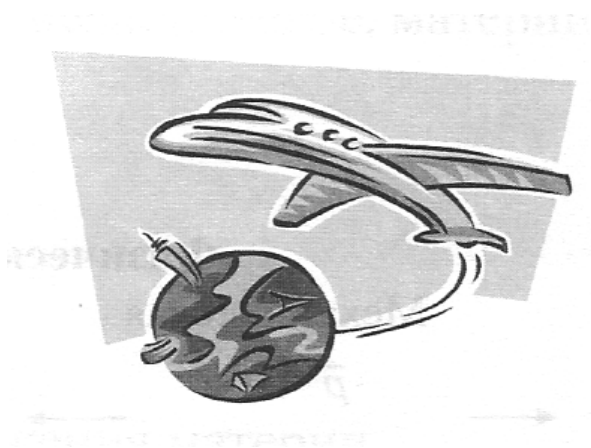


Рис.2

Самолет – данное тело, Земля – тело отсчета.

**Тело отсчета** – это тело (объект), относительно которого определяют положение данного тела в пространстве.

Любое физическое тело может быть телом отсчета. Например: человек идет относительно дерева, дерево – тело отсчета; Земля вращается (движется) вокруг Солнца, Солнце – тело отсчета.

Если тело движется, его положение относительно тела отсчета изменяется. Например, Луна вращается вокруг Земли.

Если тело не движется – тело находится в покое, тело покоится. Например, студенты сидят в аудитории. Студенты находятся в покое относительно аудитории.

**Механическое движение и покой относительны**, потому что тело одновременно (в одно время) может находиться в покое и в движении. Например, в автобусе сидит человек, а автобус движется относительно дома. Человек не движется (находится в покое) относительно автобуса, но человек движется относительно дома.



**Упражнение 1.** Прочитайте текст. Напишите новые слова в тетрадь и выучите эти слова.

**Упражнение 2.** Ответьте на вопросы.

1. Где находится любое физическое тело?
2. Что такое механическое движение? Приведите примеры.
3. Что такое тело отсчета? Приведите примеры.
4. Почему можно сказать, что механическое движение и покой относительны? Приведите примеры.

#### Занятие 4

### МАТЕРИАЛЬНАЯ ТОЧКА. ТРАЕКТОРИЯ. ПУТЬ. ПЕРЕМЕЩЕНИЕ Новые слова

Русский	Английский	Французский	Арабский
описывать / описать	describe	décrire	وصف
траектория	trajectory	trajectoire	مسار
прямолинейный	rectilinear	rectiligne	خط مستقيم
кривая	curve	courbe	منحني
криволинейный	curvilinear	curviligne	خط منحني
промежуток	interval	intervalle	مجال
перемещаться	to be displaced	se déplacer	يزاح
перемещение	displacement	déplacement	ازاحة
путь	way	voie	طريق
направление	direction	direction	اتجاه
показывать / показать	show	voir	يري, يوضح يري, يوضح
вектор	vector	vecteur	متجه
соединять	connect, join	lier, unir	يصل, يوحد
начало	beginning	début	بدايه
начальный	initial, first	initial	بدائي
конец	end	fin	نهايه
конечный	final	final	نهائي
замкнутый	closed, isolated	fermé	مقفول, معزول
характеристика	character	caractéristique	خصائص
характеризоваться	characterize	caractériser	خصائي
обозначение	denotation	désignation	تعني, معنى
символ	symbol	symbole	رمز
величина	quantity	grandeur	قياس, قيمه, مقدار
скорость	velocity	vitesse	سرعه
ускорение	acceleration	accélération	تسارع



Каждое физическое тело имеет **форму** (рис.1) и **размеры** (рис. 2).

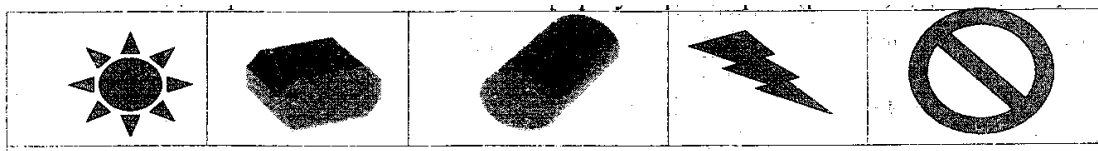


Рис. 1

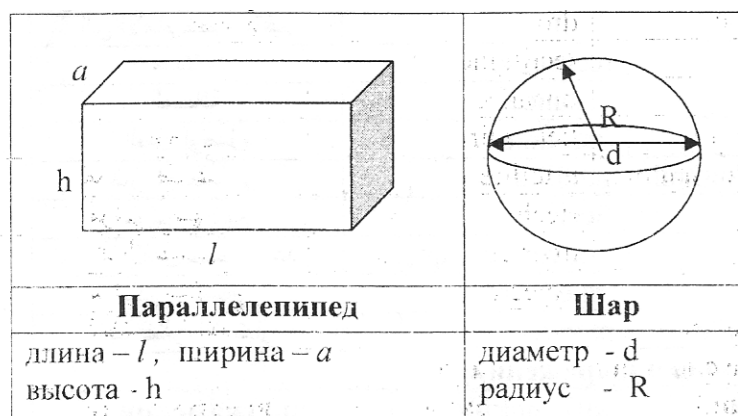


Рис.2

Длина, ширина, высота, радиус, диаметр – это размеры тел.

Есть задачи, в которых можно не рассматривать размеры и форму тела. Такое тело можно считать **материальной точкой**.

**Материальная точка** – это физическое тело, размер и форму которого можно не учитывать (не рассматривать) в данной задаче.

Например, Земля вращается вокруг Солнца. Радиус Земли  $R = 6400$  км, расстояние от Земли до Солнца  $L = 150\,000\,000$  км. Радиус Земли много меньше расстояния от Земли до Солнца ( $R \ll L$ ), поэтому размером Земли можно пренебречь (не учитывать) и считать Землю материальной точкой в данной задаче.

В одной задаче тело может быть материальной точкой, а в другой задаче это же тело нельзя считать материальной точкой. Например, Землю нельзя считать материальной точкой при рассмотрении движения машины, самолета, человека относительно Земли.

Когда точка (тело) движется, она описывает линию.

**Траектория** – это линия, которую описывает материальная точка при движении.

**Прямолинейное** движение – это движение материальной точки по прямой линии **AB** (рис. 3, а).

**Криволинейное** движение – это движение материальной точки по кривой линии **CD** и **EF** (рис. 3, б).

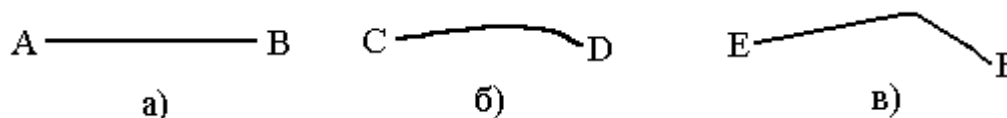


Рис.3

При движении материальная точка проходит **расстояние – путь** ( $S$ ).

**Путь** – это длина траектории, по которой перемещается тело за промежуток времени ( $\Delta t$ ) (рис. 4):  $S_{AB} = 3$  м;  $S_{CD} = 5$  м;  $S_{EF} = 7$  м.

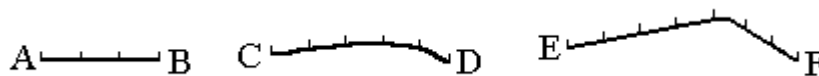


Рис.4

Направление движения тела показывает вектор перемещения  $\Delta \vec{r}$ .

**Вектор перемещения** или **перемещение**  $\Delta \vec{r}$  – это вектор, который соединяет начальную и конечную точки траектории (рис. 5).

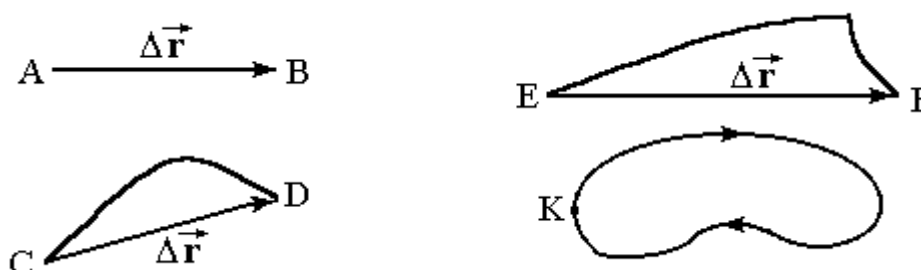


Рис. 5

Для замкнутого движения (движение начинается в точке **К** и заканчивается в этой же точке **К**) перемещение  $\Delta \vec{r}_{KK} = 0$ .

Время  $\Delta t$ , путь  $S$ , перемещение  $\Delta \vec{r}$  – это характеристики движения ( $\Delta t$ ,  $S$ ,  $\Delta \vec{r}$  – это обозначения или символы характеристик движения). Движение характеризуется еще такими величинами, как скорость  $\vec{v}$  и ускорение  $\vec{a}$ .

**Упражнение 1.** Прочитайте текст. Напишите новые слова в тетрадь и выучите эти слова.

**Упражнение 2 .** Ответьте на вопросы .

1. Что имеет каждое физическое тело?
2. Что такое материальная точка? Приведите примеры.
3. Что больше – радиус Земли или расстояние от Земли до Солнца?
4. Что такое траектория?
5. Какое движение называется прямолинейным?
6. Какое движение называется криволинейным?
7. Что такое путь?
8. Что такое перемещение?
9. Назовите характеристики движения.

**Упражнение 3.** Составьте вопросы к предложениям.

1. Длина, ширина, высота – это размеры тела.
2. Траектория – это линия, которую описывает точка при движении.
3. Перемещение – это вектор, который соединяет начальную и конечную точки траектории.

## Занятие 5

### ОСНОВНАЯ ЗАДАЧА МЕХАНИКИ. СИСТЕМА ОТСЧЕТА

#### Новые слова

русский	английский	французский	арабский
координата (ж.р.)	coordinate	coordonnée	(قيسنت)
покой (м.р.)	rest	repos	(ديسل) نوقابل
плоскость (м.р.)	plane	plan	(ركذم) قرياط
пространство (с.р.)	space	espace	(يدوعسل ايير) ءاضفلا
расстояние (с.р.)	distance	distance	(يدوعسل ايير) ءفاسملا
составлять-составить	make	faire	جايكملا
система координат	coordinate system	système de coordonnées	تايتادحإلاماظن
система отсчёта	reference system	système de référence	ماظن عجرم
явиться-являться	to appear	considere	نيب نوئي يتاي

**Основная задача механики** – это определение положения физического тела в пространстве в любой момент времени.

Чтобы определить положение тела в пространстве и во времени, нужно иметь тело отсчета (точка **O**), систему координат **XYZ** и часы. Например, материальная точка **A** движется относительно дома (рис. 1). В данном примере тело отсчета – дом. Начало отсчета точка **O**. Расстояние от начала отсчета до данной материальной точки **A** является координатой материальной точки **A**. Линию **OX** называют осью координат.

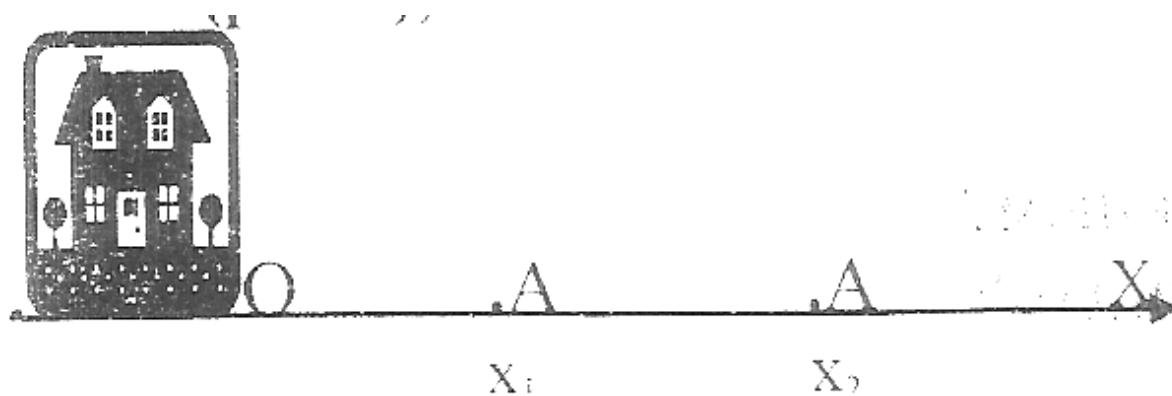


Рис.1

**Положение точки определяют так:**

Положение точки на прямой линии определяется одной координатой  $X$  на оси координат  $OX$  (рис. 2, а).

Положение точки на плоскости определяется двумя координатами  $X$  и  $Y$  на осях координат  $OX$  и  $OY$  (рис. 2, б).

Положение точки в пространстве определяется тремя координатами  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  на осях координат  $OX$ ,  $OY$  и  $OZ$  (рис. 2, в).

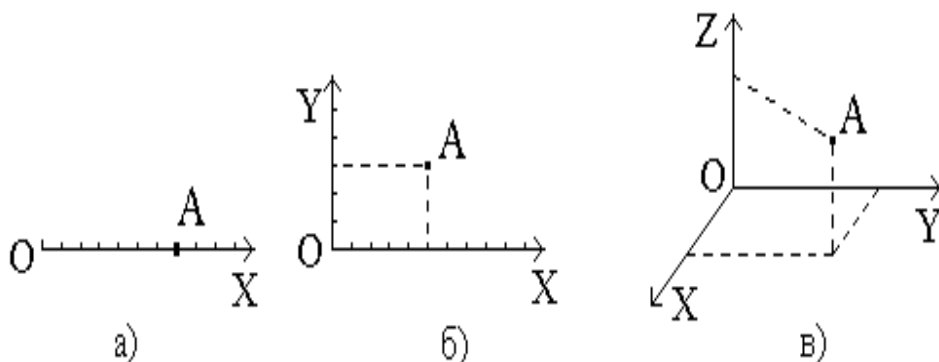


Рис. 2

Оси координат  $OX$ ,  $OY$  и  $OZ$  составляют систему координат.

При движении материальной точки ее координаты изменяются во времени. Время определяют часами.

Для определения положения тела в пространстве нужно иметь:

**тело отсчета, систему координат, часы.**

**Система отсчета** – это тело отсчета, система координат и часы (рис.3).

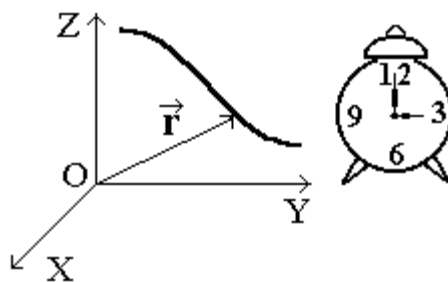


Рис.3

**Упражнение 1.** Прочитайте текст. Напишите новые слова в тетрадь и выучите эти слова.

**Упражнение 2.** Ответьте на вопросы.

1. Какая основная задача механики?
2. Что нужно иметь для определения положения точки?
3. Как определяют положение точки на прямой?
4. Как определяют положение точки на плоскости?
5. Как определяют положение точки в пространстве?
6. Что нужно иметь для определения времени?
7. Что такое система отсчета?

## Занятие 6

### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ И ИХ ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

#### Новые слова

Русский	Английский	Французский	Арабский
единица измерения (размерность)	unit of measure	unit mesure	وحدة قياس
вычислять	calculate	calculer	يحسب
формула	formula	formule	قاعده, قانون
метр	meter	metre	متر
секунда	second	second	ثانيه
основной	basic	fondamental	بدائي, أولي
производный	derived	dérivé	مشتق
составлять / составить	make up, form	poser mettre	تضع
принять	assume, take	accepter	تقبل
международный (интернациональ- ный)	international	international	عالمي
представлять	present, produce	produire	تنتج
некоторый	some, certain	certain	بعض
дополнительный	supplementary	supplémentaire	خصوصي
масса	mass	masse	كتله
килограмм	kilogram(me)	kilogramme	كيلوجرام
сила тока	force of current	force de courant	قوة التيار
ампер	ampere	ampere	أمبير
термо- динамический	thermo- dynamical	thermo- dynamice	ثيرموديناميكي
температура	temperature	température	حراره
кельвин	kelvin	kelvin	كيلفن
количество вещества	quantity of substance	quantité de substance	كميه
моль	mol	mol	مول
сила света	force of light	force lumiere	قوة الضوء
кандела	candela	kandel	كاندل
угол плоский телесный	angle plane corporal	angle plane corporel	زاويه
радиан	radian	radian	الشعاع

стерадиан	steradian	steradian	زاويه نصف قطريه مجسمه
площадь	area	aire	مساحه
квадрат	square	carre	مربع
квадратный (корень)	square (root)	carre(e)	تربيعي
куб	cube	cube	مكعب
кубический	cubic	cubique	تكعيبي
объем	volume	volume	حجم
период	period	période	دوره
частота	frequency	fréquence	تردد
герц	hertz	hertz	هيرتز
плотность	density	densité	كثافه
импульс	impulse	impulsion	مؤشر, نبض, دفع القوه
сила	force	force	القوه
ньютон	newton	newton	نيوتن
момент	moment	moment	لحظه
давление	pressure	pression	ضغط
паскаль (Па)	pascal (Pa)	pascal (Pa)	باسكال
работа	work	travail	عمل
энергия	energy	énergie	طاقه
джоуль (Дж)	joule (J)	joule (J)	دجول
мощность	power	puissance	قدره
ватт (Вт)	watt (W)	watt (W)	واط

Физика изучает **свойства** физических тел и физические **явления**.  
Например: цвет, размер, форма физических тел – это **физические свойства**;  
движение тел, тепловое движение, свет, звук – это **физические явления**.

**Физическая величина** – это характеристика физического тела или явления, которую можно измерить или вычислить.

Время, температура, масса, сила, путь, перемещение, скорость, ускорение – это **физические величины**.

Путь, время, перемещение измеряют, а скорость и ускорение вычисляют по формулам.

Для измерения физических величин нужны приборы. Например, для измерения длины нужна линейка, а для измерения времени нужны часы.

Каждую физическую величину обозначают буквой латинского или греческого алфавита (таблица – табл. 1). Эти буквы называют **символами** физических величин, например,  $S$  – путь,  $\Delta \vec{r}$  – перемещение,  $v$  – скорость,  $\nu$  – частота.

$h$ – высота,	$V$ – объём,	$\rho$ – плотность,	$T$ – температура,
$l$ – длина,	$m$ – масса,	$t$ – время,	$P$ – давление.

**Таблица 1. Латинский и греческий алфавиты и их транскрипции**

**Латинский алфавит**

буквы	транскрипции	буквы	транскрипции	буквы	транскрипции	буквы	транскрипции
A a	а	H h	аш	O o	о	V v	вэ
B b	бэ	I i	и	P p	пэ	W w	дубль-вэ
C c	цэ	J j	жи	Q q	ку	X x	икс
D d	дэ	K k	ка	R r	эр	Y y	игрек
E e	э	L l	эль	S s	эс	Z z	зэд
F f	эф	M m	эм	T t	тэ		
G g	же	N n	эн	U u	у		

**Греческий алфавит**

буквы	транскрипции	буквы	транскрипции	буквы	транскрипции	буквы	транскрипции
A α	альфа	H η	эта	N ν	ни (ню)	T τ	тау (таф)
B β	бета	Θ θ	тэта	Ξ ξ	кси	Υ υ	ипсилон
Γ γ	гамма	I ι	йота	Ο ο	омикрон	Φ φ	фи
Δ δ	дельта	Κ κ	каппа	Π π	пи	Χ χ	хи
Ε ε	эпсилон	Λ λ	лямбда	Ρ ρ	ро	Ψ ψ	пси
Z ζ	дзета	Μ μ	ми (мю)	Σ σ	сигма	Ω ω	омега

Каждая физическая величина имеет свою **единицу измерения (размерность)**. Единица измерения пути – метр, времени – секунда, скорости – метр в секунду.

Единицы измерения делятся на **основные, производные и дополнительные**. Единицы измерения, которые можно измерить, называют **основными**. Единицы измерения, которые вычисляют по формулам, называют **производными**.

Основные, дополнительные и производные единицы измерения составляют международную систему единиц – это **СИ** (система интернациональная).

В таблице 2 представлены физические величины и их единицы измерения в международной (интернациональной) системе СИ.

Система СИ имеет три группы единиц измерения: основные, дополнительные и производные.

Основных единиц измерения семь: **метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин, моль, кандела**. Дополнительных единиц измерения две, производных единиц измерения много.

Каждая производная единица измерения состоит из основных единиц. Например, единица измерения скорости – м/с. Её получают по формуле:  $v = S/t$ , где  $S$  – это путь (единица измерения пути в СИ – метр),  $t$  – это время (единица измерения времени в СИ – секунда). Метр и секунда – это основные единицы измерения, м/с – это производная единица измерения.

Таблица 2 Физические величины и их единицы измерения в СИ (SI)

Физическая величина	Символ	Единица измерения	Обозначение	
			русское	международное
		<i>Основные единицы измерения</i>		
Длина	L	метр	м	m
Масса	m	килограмм	кг	kg
Время	t	секунда	с	s
Сила тока	I	ампер	А	A
Термодинамическая температура	T	кельвин	К	K
Количество вещества	$\nu$	моль	моль	mol
Сила света	I	кандела	кд	cd
		<i>Дополнительные единицы</i>		
Плоский угол	$\phi$	радиан	рад	rad
Телесный угол	$\Omega$	стерадиан	ср	sr
		<i>Производные единицы</i>		
Площадь	S	квадратный метр	м <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
Объем	V	кубический метр	м <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
Скорость	$\vec{v}$	метр в секунду	м/с	m/s
Ускорение	$\vec{a}$	метр на секунду в квадрате	м/с <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>
Угловая скорость	$\omega$	радиан в секунду	рад/с	m/s
Период	T	секунда	с	s
Частота	$\nu$	герц	Гц	Hz
Плотность	$\rho$	килограмм на кубический метр	кг/м <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
Импульс	$\vec{p}$	килограмм-метр в секунду	кг · м/с	kg · m/s
Сила	$\vec{F}$	ньютон	Н	N
Давление	P	паскаль	Па	Pa
Работа, энергия	A	джоуль	Дж	J
Мощность	N	ватт	Вт	W



**Упражнение 1.** Прочитайте текст. Напишите новые слова в тетрадь и выучите эти слова.

**Упражнение 2.** Ответьте на вопросы.

1. Что такое физическая величина?
2. Какие алфавиты используют в физике для обозначения символов физических величин?
3. Что имеет каждая физическая величина? Приведите примеры.
4. Какие единицы называют основными? Приведите примеры.
5. Какие единицы называют производными? Приведите примеры.
6. Из каких групп состоит международная система единиц измерения в СИ?
7. Как можно получить производную единицу измерения?

**Упражнение 3.** Напишите семь основных единиц измерения системы СИ.

## Занятие 7

### СКАЛЯРНЫЕ И ВЕКТОРНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

#### Новые слова

Русский	Английский	Французский	Арабский
скаляр	scalar	scalaire	كميه غير متجهه
число	number	nombre	رقم
положительный	positive	positive	ايجابي
отрицательный	negative	negatif	سلبي
градус	degree	degré	درجه
отвечать	answer, reply	répondre	يجاب
вопрос	question	question	سؤال
сколько	how much	combien	كم
отличие	difference	différence	اختلاف
какой	what, which	comment, quel	أي
стрелка	arrow, hand	flèche, aiguille	سهم
модуль	modulus	module	منظم

иметь	take	avoir	يملك
значение	value	valeur	معنى

Физические величины делятся на две группы: **скалярные и векторные** величины.

**Скалярная величина (скаляр)** – это величина, которая характеризуется положительным или отрицательным числом. Например, температура  $t$  может быть  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; путь  $S$  отвечает на вопрос: на сколько (на какое количество метро) переместилось тело. Физические величины: температура ( $t$  или  $T$ ), путь ( $S$ ), время ( $t$ ), масса ( $m$ ) – это скалярные величины.

**Векторная** величина (**вектор**) – это величина, которая характеризуется числом и направлением в пространстве. Например, перемещение  $\Delta\vec{r}$  в отличие от пути  $S$  отвечает на два вопроса: на сколько переместилось тело и в каком направлении переместилось тело.

**Вектор** – это направленный отрезок прямой. Вектор изображается прямой линией со стрелкой на конце (рис. 1, а). Стрелка показывает направление вектора.

Векторную физическую величину обозначают стрелкой над символом или выделяют жирным шрифтом. Например,  $\vec{F}$  или **F**.

**Модуль** вектора – это **длина** вектора. Модуль вектора всегда имеет положительное значение:  $|\vec{a}| = a = 2$ .

Физические величины: перемещение  $\Delta\vec{r}$ , скорость  $\vec{v}$ , ускорение  $\vec{a}$ , сила  $\vec{F}$  – это векторные величины.

Для прямолинейного движения модуль вектора перемещения – это путь:  $|\Delta\vec{r}_{AB}| = S_{AB} = 4 \text{ м}$  (рис. 1, б).

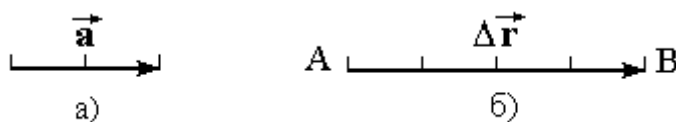


Рис. 1

**Упражнение 1.** Прочитайте текст. Напишите новые слова в тетрадь и выучите эти слова.

**Упражнение 2.** Ответьте на вопросы.

1. На сколько групп делятся физические величины?

2. Что такое скалярная физическая величина (скаляр)?

Приведите примеры.

3. Что такое векторная физическая величина (вектор)?

Приведите примеры.

4. Что такое модуль вектора?

5. Как обозначают векторную величину?

**Упражнение 3.** Закончите предложения.

1. Скалярная физическая величина – это величина, которую характеризуют положительным или ... числом.

2. Векторная физическая величина – это величина, которую характеризуют числом и ... в пространстве

3. Модуль вектора – это ... вектора.

## Занятие 8

## ДЕЙСТВИЯ С ВЕКТОРАМИ

### Новые слова

Русский	Английский	Французский	Арабский
действие	action	action	تأثير
поэтому	therefore	c'est pourquoi	لذلك
алгебраический	algebraic	algébrique	الجبر
равенство	equality	égalité	تساوي
если	if	si	إذا
параллельный	parallel	parallèle	متوازي
одинаковый	the same	identique	متساوي
противоположный	contrary, opposite	opposer	معاكس
сложение	addition	addition	مركب, معقد
складывать	add	additionner	اضافه
сумма	sum	somme	مجموع
составляющий	component	composant	عنصر أساسي, عامل مكون
резльтирующий	resultant	resultant	النتيجة
правило	rule	règle	حقيقه
параллелограмм	parallelogram	parallélogramme	متوازي أضلاع
треугольник	triangle	triangle	مثلث
переносить	transfer	transférer	ينقل, يحمل
совпасть	coincide	coincider	يتزامن, يتطابق
построить	build, conduct	construire	يبني
проводить / провести (линию)	draw (a line)	conduire, transser la ligne	
диагональ	diagonal	diagonale	مائل, جانبي, منحرف
получить	receive	recevoir	استلم
ломаная	broken	cassé	مكسور
несколько	a few, somehow	quelques	قليل, شيء ما
проще (от простой)	simpler, easier	simple	أسهل
вычитание	subtraction	soustraction	الجمع
умножение	multiplication	multiplication	الضرب
включать (заключать)	consist, conclude	brancher	يحتوي, يضم
антипараллелен	anti-parallel	anti-parallele	متوازي ومعاكس الاتجاه
произведение	product	production	ناتج
перемножение (умножение)	multiplication	multiplication	ضرب
косинус	cosine	cosinus	جت-الظل
синус	sinus	sinus	جا

проекция	projection	projection	اسقاط
опустить	pull down	abaisser	ينزل
перпендикуляр	perpendicular	perpendiculaire	عامودي
разность	difference	différence	اختلاف
известный	know	connu	معروف

Вектор имеет величину (длину) и направление, поэтому действия, которые мы производим с векторами, отличаются от алгебраических действий с числами.

### Равенство векторов:

а) Два вектора равны, если они равны по величине (равны их модули) и они имеют одинаковое направление (рис. 1, а):  $\vec{a} = \vec{b}$ ,  $|\vec{a}| = |\vec{b}|$ ;

б) Два вектора равны, если они равны по величине, параллельны, но имеют противоположное направление (рис. 1, б), то  $\vec{c} = -\vec{d}$ ,  $|\vec{c}| = |\vec{d}|$ :

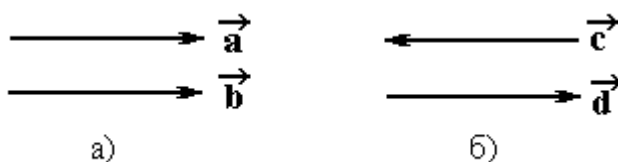


Рис. 1

### Сложение векторов

Векторные величины складываются геометрически (скалярные величины складываются алгебраически).

Определим вектор  $\vec{c}$ , который равен сумме векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ :  $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$ ;  
 $\vec{a}$  и  $\vec{b}$  – составляющие векторы,  $\alpha$  – угол между векторами  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ ,  
 $\vec{c}$  – результирующий вектор (рис.2, а):

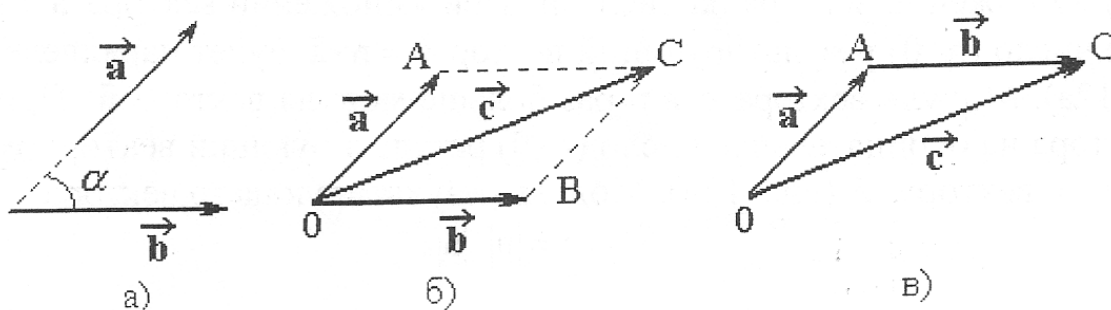


Рис.2

Есть два правила сложения векторов:

**правило параллелограмма и правило треугольника.**

а) **Правило параллелограмма.** Перенесем векторы  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$  параллельно самим себе в точку О так, чтобы их начала совпадали (рис. 2, б). На векторах построим параллелограмм ОАСВ. Проведем из точки О диагональ параллелограмма ОС – это есть результирующий вектор  $\vec{c}$ .

Величина (модуль) вектора  $\vec{c}$  определяется по формуле:

$$|\vec{c}| = c = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab \cdot \cos \alpha}$$

б) **Правило треугольника.** Чтобы сложить два вектора  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$  по правилу треугольника, перенесем их параллельно самим себе так, чтобы конец вектора  $\vec{a}$  и начало вектора  $\vec{b}$  совпали (рис. 2, в). Получим ломаную линию ОАС. Результирующий вектор  $\vec{c}$  – это вектор, который соединяет начало О и конец С ломаной линии:  $|\vec{c}| = c = OC$ .

**Сложение нескольких векторов**

Сложение нескольких векторов проводят по правилу треугольника (рис. 3):

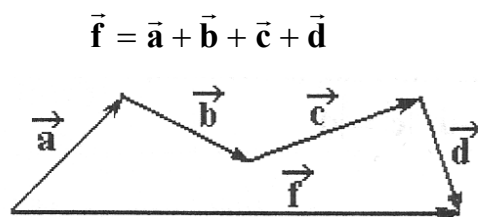


Рис.3

**Вычитание векторов**

Вычитание векторов производится по тем же правилам, что и сложение (рис.4) :

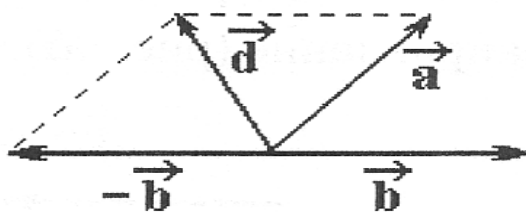


Рис.4

$$\vec{d} = \vec{a} - \vec{b}$$

**Умножение векторов**

а) **Умножение вектора на число  $n$  :**

При умножении вектора  $\vec{a}$  на положительное число ( $n > 0$ ) результирующий вектор  $\vec{c} = n \cdot \vec{a}$  будет параллелен вектору  $\vec{a}$  (рис. 5, а). Модуль вектора  $\vec{c}$  в  $n$  раз больше модуля вектора  $\vec{a}$

При умножении вектора на отрицательное число ( $n < 0$ ) результирующий вектор будет антипараллелен вектору  $\vec{a}$  (рис. 5, б).

**Модуль результирующего вектора**  $|\vec{c}| = c = |n| \cdot |\vec{a}|$ :

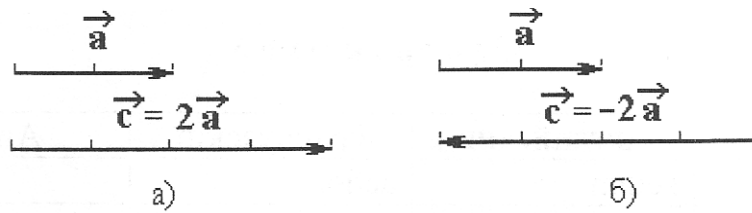


Рис.5

### б) Скалярное произведение векторов.

При скалярном перемножении двух векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$  ( $\alpha$  – угол между направлениями данных векторов) получаем скалярное произведение  $(\vec{a} \cdot \vec{b})$ .

**Скалярное произведение** двух векторов – это **скаляр**, численное значение которого равно произведению модулей этих векторов на косинус угла между ними:

$$(\vec{a} \cdot \vec{b}) = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cos \alpha.$$

Например, работа  $A$  есть скалярное произведение силы  $\vec{F}$  на вектор перемещения  $\Delta \vec{r}$ :

$$A = (\vec{F} \cdot \Delta \vec{r}) = |\vec{F}| \cdot |\Delta \vec{r}| \cdot \cos \alpha.$$

### Проекция вектора на координатную ось

Вектор  $\vec{a} = \overline{AB}$  находится в системе координат  $XOY$  (рис. 6). Между вектором  $\vec{a}$  и положительным направлением оси  $OX$  угол составляет  $\alpha$ . Чтобы найти проекцию вектора  $\vec{a} = \overline{AB}$  на координатную ось  $OX$ , надо определить координаты начала и конца вектора  $\overline{AB}$ . Опустим перпендикуляры на ось  $OX$  из конца  $B$  и начала  $A$  вектора  $\overline{AB}$ . Длина отрезка  $A_x B_x$  – это проекция вектора  $\overline{AB}$  на ось  $OX$ :

$$a_x = A_x B_x = B_x - A_x = 3 - 1 = 2.$$

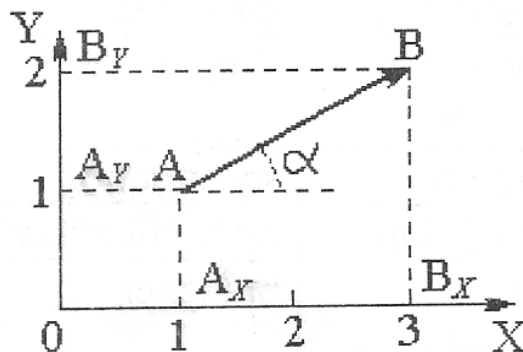


Рис. 6

**Проекция вектора** на координатную ось – это **скалярная величина**, равная разности координат конца и начала вектора.

Проекции вектора на оси  $OX$  и  $OY$  можно вычислить по формулам, если известны модуль вектора  $|\vec{a}| = a$  и

угол  $\alpha$ :

$$a_x = a \cdot \cos \alpha, \quad a_y = a \cdot \sin \alpha.$$

**Упражнение 1.** Прочитайте текст. Напишите новые слова в тетрадь и выучите эти слова.

**Упражнение 2.** Ответьте на вопросы.

1. Когда два вектора равны?
2. Как складываются векторные величины?
3. Какие правила сложения векторов Вы знаете?
4. Как сложить несколько векторов?
5. Как умножить вектор на число? Нарисуйте вектор  $\mathbf{c}$ , который равен  $2\mathbf{a}$ ,  $-3\mathbf{a}$ .
6. Чему равно скалярное произведение двух векторов?
7. Как найти проекцию вектора на ось?

## Занятие 9

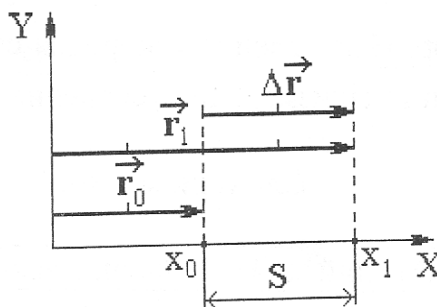
### ПАРАМЕТРЫ ПРЯМОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ – СКОРОСТЬ И УСКОРЕНИЕ

#### Новые слова

Русский	Английский	Французский	Арабский
параметр	parameter	paramètre	حد ثابت, وحدة قياس رياضية
пройденный	pass	passer	مجاز, مرور, طريق
совершить	do, make	accomplir	يتم, إنجاز
мгновенный	momentary, instantaneous	instantané	لحظي, وجيز جدا
средний	average, mean	moyen	معدل, متوسط
стремиться	aspire	aspirer	يبتغي, يحاول, يرتفع
в течение	during	durant	خلال

Движение точки вдоль оси  $OX$  (рис. 1) из положения  $x_0$  (время  $t_0$ ) в положение  $x_1$  (время  $t_1$ ) характеризуют такие параметры: радиус-векторы  $\vec{r}_0$  и  $\vec{r}_1$ , перемещение  $\Delta \vec{r} = \vec{r}_1 - \vec{r}_0$ , пройденный путь  $S = |\Delta \vec{r}|$ , промежуток времени  $\Delta t = t_1 - t_0$ , а также скорость  $\vec{v}$  и ускорение  $\vec{a}$ :

Рис. 1



Определим, что такое **скорость** и **ускорение**.

**Скорость**  $\vec{v}$  – это физическая величина, которая показывает, какое перемещение совершило тело за единицу времени:

$$\mathbf{v} = \Delta \mathbf{r} / \Delta t$$

**Скорость** – это **вектор**. Направление вектора скорости совпадает с направлением вектора перемещения.

Модуль скорости для прямолинейного движения равен:

$$v = |\vec{v}| = \frac{|\Delta \vec{r}|}{\Delta t} \quad v = \frac{S}{t} \quad (\text{если } t \neq 0).$$

Единицей измерения (размерностью) скорости в СИ является [м/с] .

Скорость может быть мгновенной и средней.

**Мгновенная скорость**  $\vec{v}_{\text{мгн}}$  – это скорость в данный момент времени, в данной точке траектории. Мгновенная скорость равна пределу отношения  $\Delta r / \Delta t$  , когда  $\Delta t$  стремится к нулю ( $\Delta t \rightarrow 0$ ). Мгновенная скорость при неравномерном движении имеет неодинаковое значение в разные моменты времени.

**Средняя скорость**  $v_{\text{ср}}$  или  $\langle v \rangle$  характеризует неравномерное движение на участке пути. Средняя скорость на данном участке пути  $\Delta S$  численно равна отношению пути этого участка ко времени движения  $\Delta t$  на этом участке:

$$\langle v \rangle = v_{\text{ср}} = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

**Ускорение**  $\vec{a}$  – это физическая величина, которая показывает, как изменяется скорость в единицу времени:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_1 - \vec{v}_0}{t_1 - t_0} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

**Ускорение** – это **вектор**. Направление вектора ускорения совпадает с направлением вектора изменения скорости. Единицей измерения ускорения в СИ является [м/с<sup>2</sup>].

**Упражнение 1.** Прочитайте текст. Напишите новые слова в тетрадь и выучите эти слова.

**Упражнение 2.** Ответьте на вопросы.

1. Что такое скорость?
2. Что такое мгновенная скорость?
3. Что такое средняя скорость?
4. В каких единицах измеряется скорость в СИ?
5. Какое направление имеет вектор скорости?
6. Что такое ускорение?
7. В каких единицах измеряется ускорение в СИ?
8. Какое направление имеет вектор ускорения?

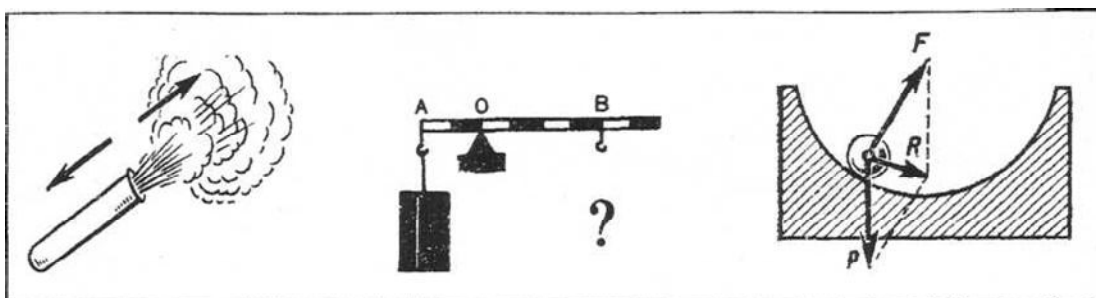


## Физический диктант «Вводный курс по физике»

1. Что такое физика?
2. Что такое физическое тело? Приведите примеры.
3. Какие физические явления вы знаете? Приведите примеры.
4. Что изучает физика?
5. Что такое физическое тело отсчета? Приведите примеры.
6. Что такое механическое движение? Приведите примеры.
7. Почему можно сказать, что механическое движение и покой относительны? Приведите примеры.
8. Что такое система отсчета?
9. Что такое материальная точка? Приведите примеры.
10. Что такое траектория?
11. Какое движение называется прямолинейным?
12. Какое движение называется криволинейным?
13. Что такое перемещение?
14. Что такое путь?
15. Что такое физическая величина? Приведите примеры.
16. На сколько групп делятся физические величины?
17. На какие группы делятся физические величины?
18. Что такое векторная величина? Приведите примеры.
19. Что такое скалярная величина? Приведите примеры.
20. Что такое модуль?
21. На какие группы делятся единицы измерения в СИ?
22. Напишите семь основных единиц измерения в СИ.
23. Назовите характеристики движения.
24. Что такое скорость и её единица измерения?
25. Что такое мгновенная скорость?
26. Что такое средняя скорость?
27. Что такое ускорение и его единица измерения?

# МЕХАНИКА

**Механика - это раздел физики, в котором изучают виды механического движения, причины механического движения материальных объектов и условия относительного покоя тел.**



## МЕХАНИКА

**Механика** – это раздел физики, в котором рассматривают взаимодействие физических тел, изменение их положения относительно друг друга в пространстве и во времени.

Механика состоит из трех частей: **кинематика**, **динамика**, **статика**.

**Кинематика** – это раздел механики, в котором изучают виды движения. Кинематика отвечает на вопрос: «Как движется тело?».

**Динамика** – это раздел механики, в котором изучают движение тел под действием приложенных к ним сил. Динамика рассматривает причины движения и отвечает на вопрос: «Почему движется тело?».

**Статика** изучает условия равновесия тел.

**Основная задача механики** – определение положения тела в пространстве в любой момент времени.

### 1. КИНЕМАТИКА. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

#### Новые слова

русский	английский	французский	арабский
главный, -ая, -ое, -ые	main	principal	رئيسي
диагональ (ж.р.)	diagonal	diagonale	الخط القطري . القطر
динамика (ж.р.)	dynamics	dynamique	ديناميكي
кинематика (ж.р.)	kinematics	cinématique	علم الحركة المجردة
неравномерный, -ая, -ое, -ые	nonuniform	non uniforme	غير منتظم
одновременно	simultaneously	simultanément	في نفس الوقت
отдельный, -ая, -ое, -ые	separate	séparé, isolé	منفرد
показывать-показать (что?)	show (what?)	montrer (quoi ?)	الفعل يعرض
причина (ж.р.)	reason	raison, la cause	سبب
пройденный путь	which have hssed	voie passée	مسار سالك
равновесие (с.р.)	balance	l'équilibre	حالة التوازن
равномерный, -ая, -ое, -ые	uniform	uniforme, égal	منتظم
результатирующий, -ая, -ее, -ие	resulting	résultant	الناتجة عن
сложный, -ая, -ое, -ые	complex	composé	معقد صعب
совершать - совершить (что?)	make,	accomplir(que?), effectuer	الفعل ينجز
совпадать-совпасть (с чем?)	coincide (what?)	coincider (avec quoi ?)	الفعل طابق . اتفق مع
статика (ж.р.)	statics	statique	الستاتيكية
течение (с.р.)	current	courant	انسياب
часть (ж.р.)	part	partie	جزء

**Кинематические законы движения** – это выражение зависимости координаты движущейся точки от времени. Координата движущейся точки есть функция времени  $x = f(t)$ .

**Параметры движения** – это физические величины: путь  $S$ , перемещение  $\Delta \vec{r}$ , время  $t$ , скорость  $\vec{v}$ , ускорение  $\vec{a}$ .

**Главные характеристики движения тел:** траектория, скорость.

По форме **траектории** движения рассматривают (различают) два вида движения: **прямолинейное**, если траектория движения есть прямая линия и **криволинейное**, если траектория движения есть кривая линия.

1. Если движение **прямолинейное**, то пройденный путь равен модулю вектора перемещения, при движении в одном направлении  $S = |\Delta \vec{r}|$  (рис. 1.1).

2. Если движение **криволинейное**, то пройденный путь не равен модулю вектора перемещения  $S \neq |\Delta \vec{r}|$  (рис.1.2).

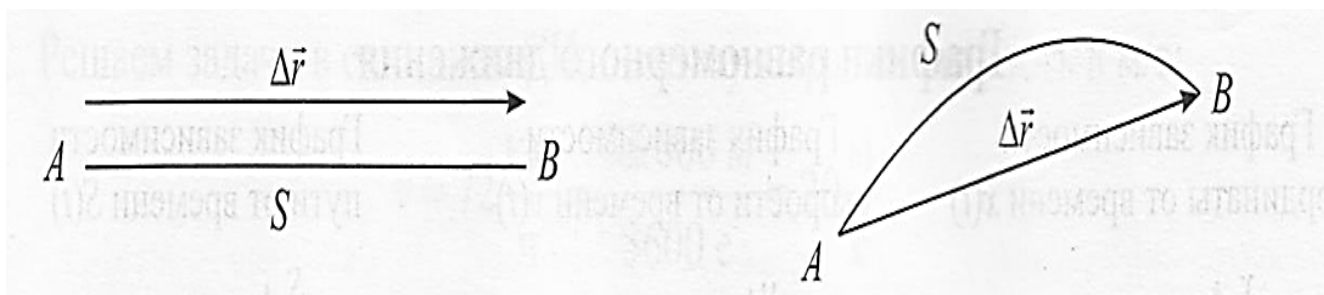


Рис.1.1

Рис. 1.2

По **скорости** различают **равномерное** движение и **неравномерное** движение.

**Равномерное** движение – это движение, при котором скорость тела не изменяется (скорость остается постоянной)  $v = \text{const}$ , т.е. за любые промежутки времени тело проходит равные отрезки пути.

**Неравномерное** движение – это движение, при котором скорость тела изменяется  $v \neq \text{const}$ .

Таким образом, имеется **четыре** вида движения:

- 1) прямолинейное равномерное;
- 2) прямолинейное неравномерное;
- 3) криволинейное равномерное;
- 4) криволинейное неравномерное.

Каждый вид движения может быть **сложным**.

**Сложное движение** – это движение, при котором тело одновременно перемещается в двух и более направлениях (рис. 1.3):

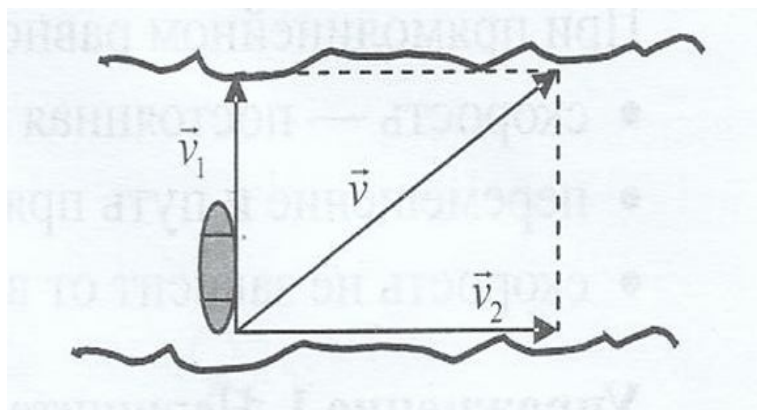


Рис. 1.3

Тело (лодка) движется через реку перпендикулярно ( $\perp$ ) берегу со скоростью  $\vec{v}_1$ . Вода в реке течет со скоростью  $\vec{v}_2$ . Лодка будет двигаться вместе с водой.

Результирующая скорость сложного движения равна сумме векторов скоростей отдельных (составляющих) движений:

$$\vec{v}_{\text{рез}} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$

Величина (модуль) результирующей скорости (рис. 1.4, а) равна:

$$v_{\text{рез}} = |\vec{v}_{\text{рез}}| = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 + 2v_1v_2 \cos \alpha}$$

Если угол между векторами скоростей  $\alpha = 90^\circ$  (рис.1.4, б), то модуль результирующей скорости равен:

$$v_{\text{рез}} = |\vec{v}_{\text{рез}}| = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

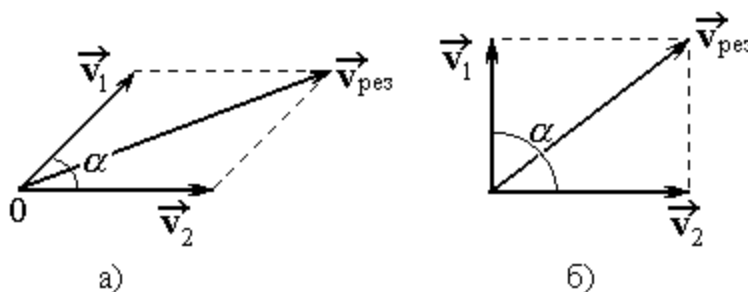


Рис.1.4

**Упражнение 1.** Прочитайте текст. Напишите новые слова в тетрадь и выучите эти слова.

## Упражнение 2 . Ответьте на вопросы.

1. Что изучает механика?
2. На какие части делится механика?
3. Что изучает кинематика?
4. Какие виды движения изучает кинематика?
5. Какие главные характеристики Вы знаете?
6. Когда путь равен модулю вектора перемещения?
7. Когда путь не равен модулю вектора перемещения?
8. Какое движение называется равномерным?
9. Какая физическая величина не изменяется при равномерном ... движении?
10. Какое движение называется сложным?
11. Как определить результирующую скорость сложного движения?

### 1.1. Прямолинейное равномерное движение

**Прямолинейное равномерное движение** – это движение по прямой линии с постоянной скоростью.

#### Параметры движения:

скорость	$\vec{v} = const$ ;
ускорение	$\vec{a} = 0$ ;
перемещение	$\Delta \vec{r} = \vec{v} \cdot t$ ;
путь	$S = v \cdot t$ ;
координата	$x = x_0 + v \cdot t$ .

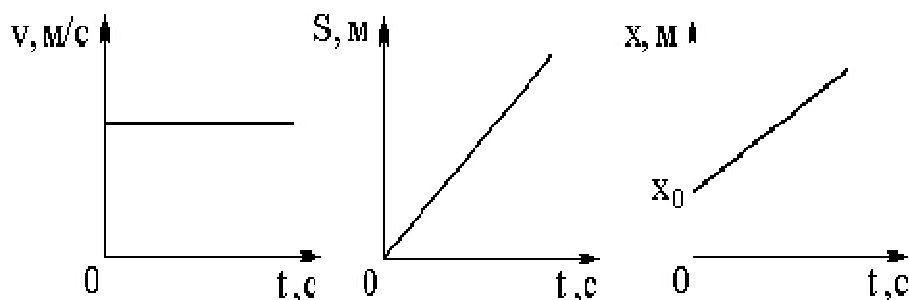


Рис.1.1.1

Для прямолинейного равномерного движения график зависимости скорости от времени  $v(t)$  – это прямая линия, параллельная оси времени  $t$  ; график зависимости пути от времени  $S(t)$  и координаты от времени  $x(t)$  – это прямая линия, наклонная к оси времени  $t$  .

При построении графика надо помнить, что:

- 1) при заданном движении путь не может иметь начальной величины (если  $t = 0$  , то  $S = 0$ );
- 2) путь не может уменьшаться (угол наклона прямой  $S(t)$  зависит от величины скорости  $V$ ).

**Упражнение 1.** Прочитайте текст. Напишите новые слова в тетрадь и выучите эти слова.

**Упражнение 2.** Ответьте на вопросы.

1. Что называется скоростью? Назовите единицы измерения скорости.
2. Что такое путь? Назовите единицы измерения пути.
3. Какое движение называется равномерным прямолинейным?
4. Напишите формулы скорости и пути для прямолинейного равномерного движения.
5. Нарисуйте графики зависимости пути от времени и скорости от времени.

## 1.2. Алгоритм решения задачи

**Алгоритм** – это программа, которая нужна для решения и оформления задачи.

1. Читайте условие задачи несколько раз и запишите краткое условие задачи.
2. Переведите единицы измерения данных физических величин в СИ.
3. Сделайте рисунок или схему.
4. Напишите уравнения или формулы, куда входит неизвестная величина.
5. Задачу решайте с объяснением в алгебраическом (буквенном) виде.
6. Получите рабочую формулу для вычисления неизвестной величины.
7. В рабочую формулу подставьте числовые значения величин и их единицы измерения в СИ.
8. Выполните вычисления и найдите числовое значения неизвестной величины.

**Пример решения задачи:**

**Задача.** Поезд движется равномерно со скоростью  $v = 72$  км/ч. За какое время  $t$  он пройдет расстояние  $S = 1000$  м?

<b>Дано: СИ</b>
$v = 72 \text{ км/ч} = 20 \text{ м/с}$
$S = 1000 \text{ м}$
$t = ?$

**Решение:**

1. Уравнение пути равномерного движения:  $S = v \cdot t$ .
2. Находим время  $t = \frac{S}{v}$
3. Решаем задачу в единицах СИ, поэтому выразим скорость в м/с.  
$$v = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = \frac{72000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$
4. Получим единицу измерения:  $[t] = \frac{\text{м} \cdot \text{с}}{\text{м}} = \text{с}$
5. Подставим численные значения:  $\{t\} = \frac{1000}{20} = 50$
6. Ответ:  $t = 50 \text{ с}$

### 1.3. Прямолинейное неравномерное движение

**Прямолинейное неравномерное движение** – это движение тела по прямой линии с изменяющейся скоростью ( $v \neq const$ ).

Если ускорение – величина постоянная, то такое движение называется **равнопеременным** ( $\vec{a} = const$ , т.е. за любые равные промежутки времени скорость изменяется на одинаковую величину  $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = const$ ).

**Равнопеременное движение**, при котором скорость тела увеличивается, называется **равноускоренным**. **Параметры этого движения:**

ускорение	$\vec{a} = const > 0$ ;
изменение скорости	$\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1 > 0$ ;
скорость	$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} \cdot t$ ;
путь	$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ , $S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$ ;
перемещение	$\Delta \vec{r} = \vec{v} \cdot t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$ ;
координата	$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$ .

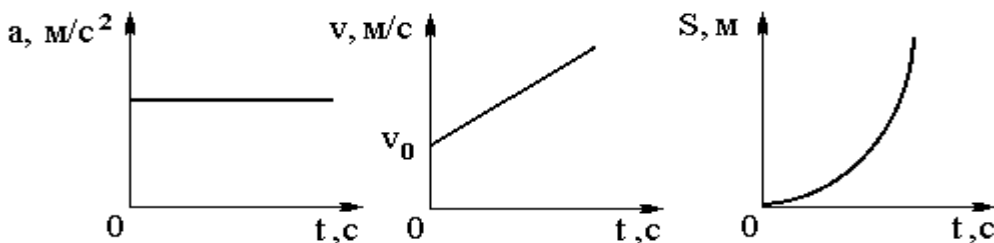


Рис. 1.3.1

Для прямолинейного равнопеременного движения график зависимости пути от времени – это квадратичная парабола.

По графику скорости можно определить путь – он численно равен площади трапеции  $0abc$ :

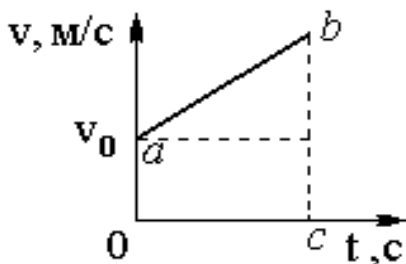


Рис.1.3.2

$$S = \frac{0a + bc}{2} \cdot 0c = \frac{v_0 + v_1}{2} \cdot t = \frac{v_0 + v_0 + a \cdot t}{2} \cdot t,$$

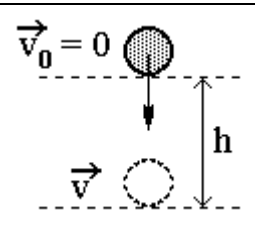
$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}.$$



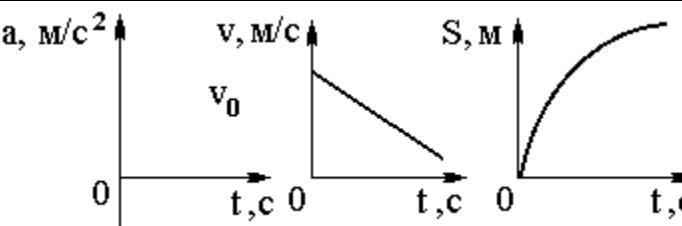
**Свободное падение** – это движение тела под действием только силы тяжести в вакууме (рис.1.3.3).

**Свободное падение** - это **прямолинейное равноускоренное** движение без начальной скорости ( $\vec{v}_0 = 0$ ) с ускорением свободного падения ( $\vec{a} = \vec{g}$ ), при котором не учитывается сопротивление воздуха.

**Параметры движения:**

 <p>Рис. 1.3.3</p>	$h = \frac{gt^2}{2}; \quad h = \frac{v^2}{2g};$ $v = gt; \quad v = \sqrt{2gh};$ $t = v/g; \quad t = \sqrt{2h/g}.$
---	---

**Равнопеременное движение**, при котором скорость тела уменьшается, называется **равнозамедленным** (рис. 1.3.4):

 <p>Рис. 1.3.4</p>	$a = const < 0, \quad \Delta v < 0;$ $v = v_0 - at;$ $S = v_0 t - \frac{at^2}{2}; \quad S = \frac{v_0^2 - v^2}{2a}.$
--	--

**Движение тела, брошенного вертикально вверх**, (рис.1.3.5) – это **прямолинейное равнозамедленное** движение с ускорением, равным - g (сопротивление воздуха при этом не учитывается).

Время падения  $t_2$  равно времени подъема  $t_1$  :

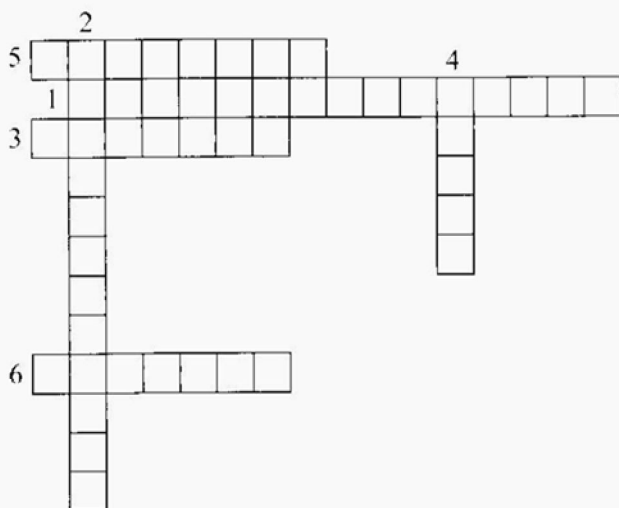
 <p>Рис. 1.3.5</p>	$t_1 = t_2 = t = \sqrt{2h/g}.$ <p>Скорость падения тела в последний момент времени равна начальной скорости подъема</p> $v = v_0 = \sqrt{2gh}.$
---	---

**Упражнение 1.** Прочитайте текст. Напишите новые слова в тетрадь и выучите эти слова.

**Упражнение 2.** Ответьте на вопросы .

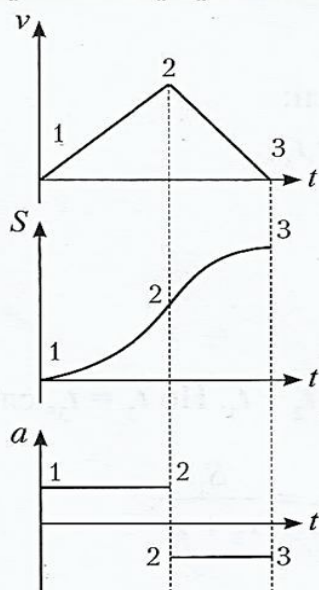
1. Какое движение называется неравномерным движением?
2. Какое движение называется равнопеременным?
3. Какая физическая величина не изменяется при равнопеременном движении?
4. Какие виды равнопеременного движения Вы знаете?
5. Напишите уравнение координаты  $x(t)$ , пути  $s(t)$ , скорости  $v(t)$ , ускорения  $a(t)$  для равнопеременного движения.
6. Что такое свободное падение? Какой это вид движения?
7. Чему равно ускорения свободного падения тел?
8. Напишите уравнения свободного падения тел.
9. Движения тела, брошенного вертикально вверх. Какой это вид движения?

**Упражнение 3.** Решите кроссворд.

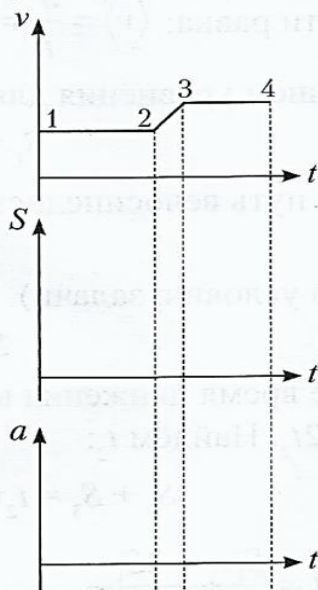


1. Как движется тело, если  $\vec{a} = \text{const}$ ? (15)
2.  $|\Delta \vec{r}| \neq S$ , как движется тело? (12)
3. Прибор для измерения длины. (7)
4. ... движется по реке. (5)
5. Физическая величина. (8)
6. Единица времени. (7)

Пример решения графической задачи.



Решите графическую задачу самостоятельно



### Пример решения задачи:

**Задача** . Велосипедист ехал из одного города в другой. Первую половину пути он проехал со скоростью  $v_1 = 12$  км/ч. После этого он половину времени ехал со скоростью  $v_2 = 7$  км/ч, а другую половину времени двигался со скоростью  $v_3 = 5$  км/ч. Определите среднюю скорость велосипедиста на всём пути

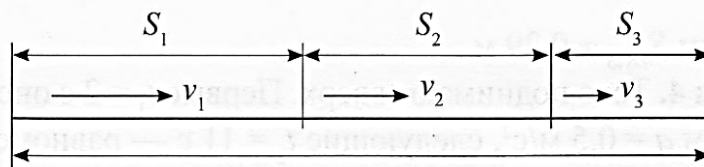
**Дано:** СИ

$$v_1 = 12 \text{ км/ч}$$

$$v_2 = 7 \text{ км/ч}$$

$$v_3 = 5 \text{ км/ч}$$

$$\langle v \rangle = ?$$



**Решение:**

1. Средняя скорость прямолинейного неравномерного движения тела на всём участке пути равна:  $\langle v \rangle = \frac{S}{t} = \frac{S_1 + S_2 + S_3}{t_1 + t_2 + t_3}$ .

2. Запишем уравнения для каждого участка пути:

$$S_1 = v_1 t_1; \quad S_2 = v_2 t_2; \quad S_3 = v_3 t_3.$$

3. Весь путь велосипедиста

$$S = S_1 + S_2 + S_3.$$

Так как (по условию задачи)

$$S_2 + S_3 = S_1, \text{ то } S = 2S_1.$$

Полное время движения велосипедиста  $t = t_1 + t_2 + t_3$ . Но  $t_2 = t_3$ , следовательно,  $t = t_1 + 2t_2$ . Найдём  $t_2$ :

$$S_2 + S_3 = t_2 v_2 + t_3 v_3 = t_2 (v_2 + v_3); \quad t_2 = \frac{S_1}{v_2 + v_3}.$$

$$\text{Получим: } t = \frac{S_1}{v_1} + \frac{2S_1}{v_2 + v_3}.$$

4. Подставим выражения для пройденного пути и времени в формулу средней скорости и получим:

$$\langle v \rangle = \frac{2v_1(v_2 + v_3)}{2v_1 + v_2 + v_3}.$$

5. Получим единицу измерения:

$$[\langle v \rangle] = \text{км/ч}.$$

6. Подставим числовые значения:

$$\{\langle v \rangle\} = \frac{2 \cdot 12 \cdot (7 + 5)}{(2 \cdot 12 + 7 + 5)} = 8.$$

**Ответ:**  $\langle v \rangle = 8 \text{ км/ч} = 22,2 \text{ м/с}.$

## 1.4. Криволинейное равномерное движение

**Криволинейное равномерное движение** – это движение по кривой линии с постоянной величиной (модулем) скорости.

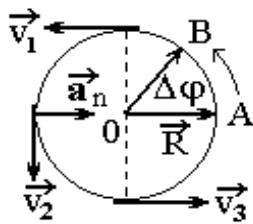


Рис. 1.4.1

Криволинейное равномерно движение - это **равномерное движение тела по окружности**. например, движение стрелок часов.

**Окружность** – это **траектория** движения. Вектор скорости движения тела в любой точке криволинейной траектории всегда направлен по касательной к траектории в данной точке (рис. 1.4.1).

При равномерном движении тела по окружности направление вектора скорости изменяется ( $\vec{v}_1 \neq \vec{v}_2 \neq \vec{v}_3 \neq \dots$ ), а модуль вектора скорости – величина постоянная ( $v_1 = v_2 = \dots = \text{const}$ ). Это значит, что касательное ускорение точки равно нулю, а полное ускорение является центростремительным, или нормальным:  $a_n = a_{\text{ц}}$

**Параметры равномерного криволинейного движения тела – движения тела по окружности:**

- $\vec{R}$  – радиус-вектор точки;
- $\varphi$  – угол поворота;
- $T$  – период – это время, за которое тело совершает один полный оборот;
- $n$  или  $\nu$  – частота вращения – это число оборотов тела за единицу времени;
- $v$  – линейная скорость, величина которой равна отношению пути (длина дуги) ко времени;
- $\omega$  – угловая скорость, равная отношению угла поворота (измеренного в радианах) радиус-вектора ко времени, за которое этот поворот произошел;
- $\vec{a}_n$  – центростремительное, или нормальное ускорение; оно направлено по радиусу к центру окружности.

**Если тело совершает полный оборот, то**

$$\Delta t = T; \quad \Delta \varphi = 2\pi; \quad \Delta S = 2\pi R$$

$$v = \Delta S / \Delta t = 2\pi R / T = \omega R = 2\pi n R;$$

$$\omega = \Delta \varphi / \Delta t = 2\pi / T = 2\pi n = v / R;$$

$$\vec{a} = \Delta \vec{v} / \Delta t \neq 0; \quad a_n = v^2 / R = \omega^2 R = v \cdot \omega.$$

**Единицы измерения величин в СИ:**

$$[R] - \text{м}; \quad [\Delta \varphi] - \text{рад}; \quad [v] - \text{м/с}; \quad [\omega] - \text{рад/с}; \quad [T] - \text{с}; \quad [n] - 1/\text{с}; \quad [a_n] - \text{м/с}^2.$$

## 1.5.Криволинейное неравномерное движение

**Криволинейное неравномерное движение** – это движение тела по кривой линии с изменяющейся скоростью ( $v \neq const$ ).

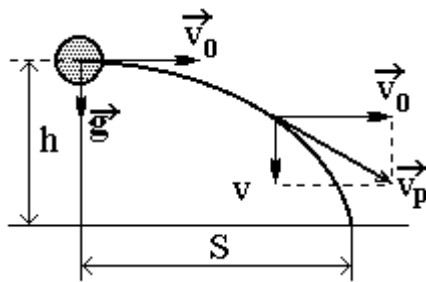


Рис. 1. 5.1

Например, криволинейное неравномерное движение-это движение тела, брошенного **горизонтально с высоты  $h$** . Это сложное движение, которое состоит из двух движений: горизонтального равномерного со скоростью  $v_0$  и вертикального (свободного падения) со скоростью  $v = gt$ .

**Параметры движения:**

$$S = v_0 t = v_0 \sqrt{2h/g}; \quad |\vec{v}_p| = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2};$$

$$h = gt^2 / 2; \quad |\vec{v}_p|_{\max} = \sqrt{v_0^2 + 2gh};$$

$$t = \sqrt{2h/g}; \quad t \text{ — время полета;}$$

$$|\vec{v}_p| \text{ — модуль результирующей скорости.}$$

### Первая космическая скорость

При движении тела по окружности результирующей силой является центростремительная сила:  $F_{ц.с.} = mv^2 / R$ .

Чтобы тело стало искусственным спутником Земли, оно должно иметь определенную скорость. Для определения этой скорости надо знать, что центростремительная сила равна силе тяжести:

$$mv^2 / R = mg, \quad \text{тогда} \quad v = \sqrt{g R_3}.$$

Подставляя в формулу значения  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$  и  $R = 6400 \text{ км}$ , получим  $v = 7,8 \text{ км/с}$ . Эту скорость называют **первой космической скоростью**.

**Упражнение 1.** Прочитайте текст. Напишите новые слова в тетрадь и выучите эти слова.

**Упражнение 2.** Ответьте на вопросы.

1. Что такое равномерное криволинейное движение?
2. Какие величины характеризуют равномерное движение тела по окружности?
3. Что такое линейная и угловая скорости? Назовите их единицы измерения.
4. Чему равно и как направлено центростремительное ускорение?
5. Что называется периодом? Назовите его единицы измерения.

6. Что называется частотой? Назовите ее единицы измерения.
7. Приведите пример криволинейного неравномерного движения.
8. Напишите формулу первой космической скорости.
9. Чему равна первая космическая скорость?

### Пример решения задачи:

**Задача .** Шкив диаметром  $D = 20$  см делает  $N = 300$  оборотов за  $t = 3$  мин. Определите период  $T$  вращения, угловую  $\omega$  и линейную  $v$  скорости точки на ободе шкива, который вращается равномерно.

<b>Дано:</b> СИ	<b>Решение:</b>
$D = 20$ см	1. Шкив равномерно вращается. При этом он делает $N$ оборотов за $t$ секунд. Определим угловую скорость по формуле $\omega = \frac{2\pi}{T}$ .
$N = 300$	
$t = 3$ мин	
$T, \omega, v = ?$	

2. Определим линейную скорость по формуле:

$$v = \omega R = \frac{\omega D}{2}.$$

3. Получим единицы измерения:

$$[T] = \text{с}; \quad [\omega] = \frac{\text{рад}}{\text{с}}; \quad [v] = \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

4. Подставим числовые значения:

$$\{T\} = \frac{180}{300} = 0,6;$$


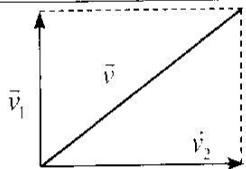
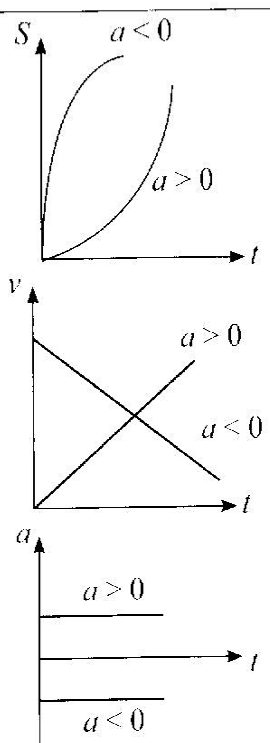
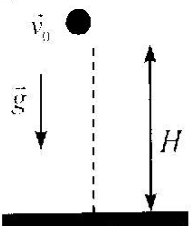
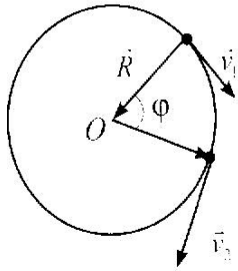
$$\{\omega\} = \frac{2 \cdot 3,14}{0,6} = 10,5;$$

$$\{v\} = \frac{10,5 \cdot 0,2}{2} = 1,05.$$

**Ответ:**  $T = 0,6$  с;  $\omega = 10,5$  рад/с;  $v = 1,05$  м/с.

Таблица 1.5.1

## Кинематика

Виды движения	Физические величины и их единицы измерения в СИ	Формулы	Графики и рисунки
Сложное движение	$\vec{v}, \vec{v}_1, \vec{v}_2$ — скорости	$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$ $v^2 = v_1^2 + v_2^2$	
Прямолинейное равномерное движение $S =  \Delta \vec{r} $ $\vec{v} = \text{const}$	$S$ — путь (м); $\Delta \vec{r}$ — перемещение (м); $x$ — координата (м); $t$ — время (с); $\vec{v}$ — скорость (м/с)	$S = vt$ $x = x_0 + vt$ $v = \frac{S}{t}$	
Прямолинейное неравномерное движение $S =  \Delta \vec{r} $ $\vec{v} \neq \text{const}$ Виды прямолинейного равнопеременного движения: 1) прямолинейное равноускоренное движение $S =  \Delta \vec{r} $ $\vec{a} = \text{const}; a > 0$ 2) прямолинейное равнозамедленное движение $S =  \Delta \vec{r} $ $\vec{a} = \text{const}; a < 0$	$S$ — путь (м); $\Delta \vec{r}$ — перемещение (м); $x$ — координата (м); $t$ — время (с) скорости: (м/с) $v_0$ — начальная $v$ — конечная $\langle v \rangle$ — средняя $v_m$ — мгновенная $\vec{a}$ — ускорение (м/с <sup>2</sup> )	$S = \langle v \rangle t$ $\langle \vec{v} \rangle = \frac{S}{t}$ $v_m = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t}$ $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ $S = v_0 t \pm \frac{at^2}{2}$ $S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$ $x = x_0 \pm v_0 t \pm \frac{at^2}{2}$ $v = v_0 \pm at$	
Свободное падение	$H$ — высота (м); $g$ — ускорение свободного падения (м/с <sup>2</sup> )	$H = \frac{gt^2}{2}$ $H = \frac{v^2}{2g}$ $v = gt$	
Равномерное движение точки по окружности $v = \text{const}$ $\vec{v} \neq \text{const}$	$\vec{R}$ — радиус-вектор (м); $T$ — период (с); $n$ — частота (с <sup>-1</sup> ); $\phi$ — угол поворота (рад); $\omega$ — угловая скорость (рад/с); $\vec{v}$ — линейная скорость (м/с); $a_n$ — центростремительное ускорение (м/с <sup>2</sup> )	$T = \frac{1}{n}; n = \frac{1}{T}$ $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi n$ $v = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi Rn$ $v = \omega R$ $a_n = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$	

## Физический диктант «Кинематика»

1. Что такое скорость? Назовите единицы измерения скорости.
2. Что такое ускорение? Назовите единицы измерения ускорения.
3. Сколько видов движения вы знаете? Назовите их.
4. Какое движение называется равномерным прямолинейным? Приведите его формулы и графики.
5. Какое движение называется сложным? Чему равна результирующая скорость сложного движения?
6. Что такое прямолинейное неравномерное равнопеременное движение?
7. Что такое прямолинейное неравномерное равноускоренное движение? Приведите его уравнения и графики.
8. Что такое свободное падение? Как направлено ускорение свободного падения? Напишите уравнения этого движения.
9. Что такое прямолинейное неравномерное равнозамедленное движение? Приведите его уравнения и графики.
10. К какому виду движения относится движение тела, брошенного вертикально вверх? Приведите уравнения этого движения.
11. Какое движение называется криволинейным? Какими величинами характеризуется равномерное движение тела по окружности?
12. Что такое линейная и угловая скорости? Назовите их единицы измерения. Чему равно и как направлено центростремительное ускорение?
13. Что называется периодом? частотой? угловой скоростью? Назовите их единицы измерения.
14. Приведите пример криволинейного неравномерного движения.

## Задачи к разделу «Кинематика»

1. Два тела движутся равномерно и прямолинейно. Скорость одного тела в три раза больше скорости другого тела. Построить графики скорости и пути для этих тел.
2. Человек идет прямолинейно, равномерно. Длина его шага 70 см. За минуту человек делает 100 шагов. Определить скорость движения человека в м/с и в км/ч.
3. Тело движется равномерно и прямолинейно со скоростью 10 см/с. В начальный момент времени ( $t_0 = 0$ ) тело находилось на расстоянии  $x_0 = 70$  см от начала отсчета. Где будет находиться тело через 15 с? Какой путь пройдет тело за время движения? Построить графики пути и координаты этого движения.
4. Из деревни вышел турист со скоростью 5 км/ч. Через 30 мин в том же направлении из этой же деревни выехал велосипедист со скоростью 15 км/ч. Построить графики зависимости пути и скорости от времени для туриста и



велосипедиста. По графику пути определить время, когда велосипедист догонит туриста.

5. Из города **A** в город **B** в 10 ч утра выехал автобус со скоростью 20 м/с. На каком расстоянии от города **B** автобус будет в 2 ч дня, если расстояние между городами 400 км?
6. Три часа автомобиль двигался со скоростью 60 км/ч, а следующие два часа – со скоростью 40 км/ч. Определить среднюю скорость автомобиля за всё время движения и построить графики пути и скорости от времени движения.
7. Студент идёт из общежития в институт со скоростью 6 км/ч. Из института в общежитие по тому же пути он идёт со скоростью 3 км/ч. Определить среднюю скорость студента.
8. Скорость лодки относительно воды направлена перпендикулярно берегам реки и равна 9 км/ч. Скорость течения реки 0,70 м/с. Ширина реки  $AB = 300$  м. Определить расстояние  $BC$  (смотреть рисунок) и результирующую скорость движения лодки  $V$ .

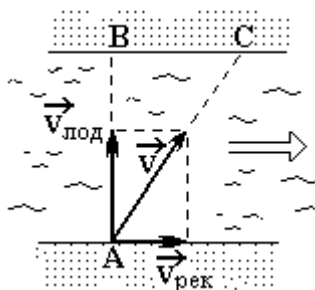


Рис. к задаче 8

9. Тело в течение 10 с проходит путь 25 м. Найти ускорение тела, если его начальная скорость равна нулю.
10. Автобус движется с постоянным ускорением  $0,5 \text{ м/с}^2$ . За какое время его скорость увеличится от 9 до 72 км/ч?
11. Автобус движется со скоростью 72 км/ч. После выключения двигателя он движется с ускорением  $1 \text{ м/с}^2$  и останавливается. Через какое время после выключения двигателя остановится автобус?
12. На рисунке дан график зависимости скорости тела от времени. Прочитать этот график и построить графики зависимости пути и ускорения от времени для этого движения.
13. За 20 с равнопеременного движения тело прошло путь 60 м. С каким ускорением движется тело? За какое время оно пройдет половину пути? Построить график пути за первые 10 с движения.
14. С каким ускорением движется тело, если за шестую секунду движения оно прошло путь, равный 11 м? Начальная скорость тела равна нулю.
15. Тело начало падать с высоты 50 м. Одновременно с поверхности Земли бросили вверх другое тело со скоростью 20 м/с. На какой высоте тела встретятся?

16. Тело бросили вертикально вверх с высоты 30 м с начальной скоростью 20 м/с. Через какое время оно упадет на землю?
17. Длина часовой стрелки 10 мм, а минутной стрелки – 12 мм. Определить:  
 а) угловые скорости стрелок; б) линейные скорости концов стрелок;  
 в) центростремительное ускорение концов стрелок.
18. Период равномерного движения точки по окружности радиусом 1 м составляет 2с. Определить линейную и угловую скорости, частоту вращения и центростремительное ускорение точки.

### Ответы к задачам по разделу «Кинематика»

- |    |                    |     |                             |  |
|----|--------------------|-----|-----------------------------|--|
| 2. | 1,16 м/с; 4,2 км/ч | 9.  | 0,5 м/с <sup>2</sup>        |  |
| 3. | 220 см; 150 см     | 10. | 35 с                        | 17.  |
| 4. | 15 мин             | 11. | 20 с                        | 1,45 · 10 <sup>-4</sup> с <sup>-1</sup> , 8,73 · 10 <sup>-4</sup> с <sup>-1</sup> ;    |
| 5. | 112 км             | 13. | 0,3 м/с <sup>2</sup> ; 14 с | 1,45 · 10 <sup>-6</sup> м/с, 1,05 · 10 <sup>-5</sup> м/с;                              |
|    |                    |     |                             | 2,11 · 10 <sup>-10</sup> м/с <sup>2</sup> , 9,15 · 10 <sup>-9</sup> м/с <sup>2</sup> . |
| 6. | 52 км/ч            | 14. | 2 м/с <sup>2</sup>          | 18.  |
| 7. | 4 км/ч             | 15. | 18,75 м                     | 3,14 м/с; 3,14 рад/с; 0,5 с <sup>-1</sup> ;  |
| 8. | 84 м; 2,6 м/с      | 16. | 5,16 с                      | 9,86 м/с <sup>2</sup> .  |

## 2. ДИНАМИКА. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ЗАКОНЫ

Динамика изучает взаимодействие тел. Динамика отвечает на вопрос: «Почему движется тело?»

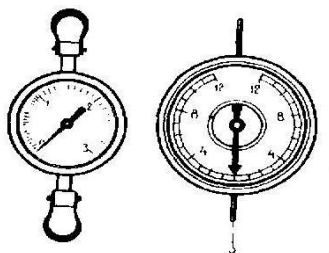
### 2.1. Сила. Деформация. Инерция. Первый закон Ньютона. ....

#### Инерциальная система отсчета

**Сила и масса** – это основные характеристики взаимодействия тел.

**Сила  $\vec{F}$**  – это физическая величина, которая является мерой взаимодействия тел. **Сила** – это результат действия одного тела на другое. Она характеризуется величиной, направлением и точкой приложения. Сила является причиной изменения скорости, направления движения или деформации тела. Она сообщает телу ускорение или деформирует его. Единица измерения силы в СИ – ньютон (Н). Размерность силы в основных единицах измерения:  $[H] = \text{кг} \cdot \text{м}/\text{с}^2$ . Силу можно измерить с помощью прибора, который называется динамометр (рис. 2.1.1):

Рис.2.1.1



**Деформация** – это изменение формы или размеров тела под действием силы.

**Инерция** – это свойство тел сохранять состояние покоя или прямолинейного равномерного движения, если на них не действуют другие тела или действие других тел компенсируется.

Классическая механика изучает движение и взаимодействие тел, скорость которых во много раз меньше скорости света ( $v_{\text{тел}} \ll v_{\text{света}} = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ ). Законы классической механики – это законы Ньютона, полученные экспериментально. В основе классической механики лежат три закона Ньютона.

**Первый закон Ньютона** (закон инерции) формулируется так: *существуют системы отсчета, в которых тела сохраняют состояние покоя или равномерного прямолинейного движения, если на них не действуют другие тела или действие других тел компенсируется.*

*Система отсчета, в которой выполняется закон инерции, называется инерциальной системой отсчета.*

**Упражнение 1.** Прочитайте текст. Напишите новые слова в тетрадь и выучите эти слова.

**Упражнение 2.** Ответьте на вопросы.

1. Что изучает динамика?
2. Что называется силой?
3. Сила – это скалярная или векторная физическая величина?
4. Чем характеризуется сила?
5. Что сообщает телу действие силы?
6. Каким прибором измеряют силу?
7. Что такое деформация?
8. Что такое инерция?
9. Сформулируйте первый закон Ньютона.
10. Что называется инерциальной системой отсчета?

## 2.2. Инертность. Масса. Второй закон Ньютона

**Инертность** – это свойство тел по-разному изменять свою скорость при взаимодействии.

**Масса**  $m$  – это скалярная физическая величина, которая является мерой инертности тела. Единица измерения массы в СИ – килограмм (кг).

**Второй закон Ньютона** показывает связь между ускорением, массой тела и силой, которая действует на тело:

*Ускорение тела прямо пропорционально силе  $\vec{F}$ , которая действует на тело, и обратно пропорционально массе тела  $m$ :*

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}; \quad \vec{F} = m\vec{a}.$$

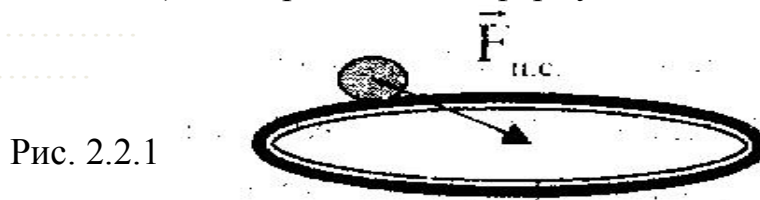
Если на тело действует несколько сил одновременно, то их действие эквивалентно действию одной силы, которая равна векторной сумме этих сил:

$$\vec{F} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots = m\vec{a},$$

Это уравнение называется **основным уравнением движения тела**,

$\vec{F}$  – результирующая сила. ////.....

..... Если материальная точка (тело) движется криволинейно (рис. 2.2.1), то возникает центростремительная сила, которая приложена к центру окружности (траектории движения тела). Её определяют по формуле:  $F = m \cdot a$ .



Так как

$$a_{\text{ц.с.}} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R,$$

то

$$F_{\text{ц.с.}} = \frac{mv^2}{R} \quad \text{или} \quad F_{\text{ц.с.}} = m\omega^2 R$$

**Упражнение 1.** Прочитайте текст. Напишите новые слова в тетрадь и выучите эти слова.

**Упражнение 2.** Ответьте на вопросы.

1. Что называется инертностью?
2. Что такое масса тела?
3. Какая единица измерения массы в СИ?
4. Сформулируйте второй закон Ньютона.
5. Напишите формулу второго закона Ньютона.
6. Напишите основное уравнение движения тела.
7. Когда возникает центростремительная сила? Чем она равна?

**Пример решения задачи:**

**Задача** Велосипедист, масса которого вместе с велосипедом равна  $m = 80$  кг, при торможении движется с ускорением, равным  $a = -0,5$  м/с<sup>2</sup>. Определите силу  $F$  торможения.

**Дано:** СИ

$m = 80$  кг

$a = -0,5$  м/с<sup>2</sup>

$F = ?$

**Решение:**

1. Направление, которое совпадает с направлением скорости велосипедиста, будем считать положительным, ускорение направлено в противоположную сторону. Поэтому оно имеет отрицательное значение  $a = -0,5$  м/с<sup>2</sup>.

2. Силу торможения определяем на основании второго закона Ньютона:

$$F = ma.$$

3. Определим единицу измерения:

$$[F] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} = \text{Н}.$$

4. Определим численное значение:

$$\{F\} = 80 \cdot (-0,5) = -40.$$

**Ответ:**  $F = -40$  Н.

### 2.3. Импульс. Третий закон Ньютона.

#### Закон сохранения замкнутой системы

Второй закон Ньютона можно записать так:

$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t};$$

$$\vec{F}\Delta t = m\Delta \vec{v} = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1,$$

где  $m\vec{v}$  называется **импульсом тела**.

**Импульс тела  $\vec{p}$**  – это векторная физическая величина, равная произведению массы тела на его скорость:  $\vec{p} = m\vec{v}$ .

Единица измерения импульса в СИ:  $[p] = \text{кг} \cdot \text{м} / \text{с} = \text{Н} \cdot \text{с}$

Второй закон Ньютона в импульсной форме имеет вид:

$$\vec{F}\Delta t = m\Delta \vec{v} = \Delta \vec{p}$$

и формулируется так: *изменение импульса системы  $\Delta \vec{p}$  равно импульсу силы  $\vec{F}\Delta t$ , которая действует на систему.*

Если два тела действуют друг на друга с силами  $\vec{F}_1$  и  $\vec{F}_2$  (рис. 2.3.1), то их ускорения будут противоположно направлены и согласно второму закону Ньютона можно записать:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

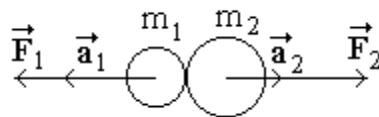


Рис. 2.3.1

Выражение  $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$  – это **третий закон Ньютона**, который, формулируется так: *силы взаимодействия двух тел равны по модулю и направлены по одной прямой в противоположные стороны.*

#### Закон сохранения импульса замкнутой системы

**Система** (или **механическая система**) взаимодействующих тел называется **изолированной** (замкнутой), если она не взаимодействует с внешними телами.

Эксперименты показали, что при взаимодействии тел в замкнутой системе векторная сумма импульсов тел остается постоянной до и после взаимодействия тел:

$$m_1 \vec{v}_{01} + m_2 \vec{v}_{02} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2,$$

$$\vec{p}_{01} + \vec{p}_{02} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \text{const},$$

или

$$\sum_{i=1}^n \vec{p}_i = \text{const}.$$

Это выражение называют **законом сохранения импульса замкнутой системы**: *векторная сумма импульсов тел не изменяется при их взаимодействии.*

Закон сохранения импульса лежит в основе реактивного движения.

**Реактивное движение** – это движение тела вследствие вытекания из него жидкости или газа, например, движение ракеты (рис. 2.3.2).

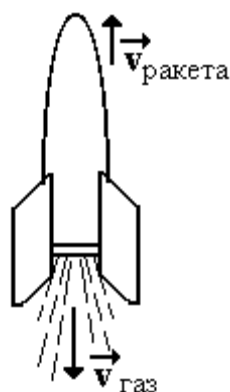


Рис. 2.3.2

Начальная скорость ракеты и газа равна нулю. Когда в ракете сгорает топливо, выделяется газ, который выходит из ракеты с большой скоростью  $\vec{v}_{\text{газ}}$ , и по закону сохранения импульса ракета движется в противоположную сторону со скоростью  $\vec{v}_{\text{ракета}}$ :

$$0 = \vec{p}_{\text{газ}} + \vec{p}_{\text{ракета}} = m_{\text{газ}} \vec{v}_{\text{газ}} + m_{\text{ракета}} \vec{v}_{\text{ракета}},$$

$$\vec{v}_{\text{ракета}} = -\frac{m_{\text{газ}}}{m_{\text{ракета}}} \vec{v}_{\text{газ}}.$$

**Упражнение 1.** Прочитайте текст. Напишите новые слова в тетрадь и выучите эти слова.

**Упражнение 2.** Ответьте на вопросы.

1. Что такое импульс тела?
2. Что такое импульс силы?
3. Как формулируется третий закон Ньютона?
4. Напишите формулу третьего закона Ньютона.
5. Сформулируйте закон сохранения импульса. Напишите его формулу
6. Что такое реактивное движение?
7. Напишите формулу определения скорости ракеты.

**Пример решения задачи:**

**Задача** Тело массой  $m = 5$  кг летело со скоростью  $v = 100$  м/с и разделилось на две части. Одна часть массой  $m_1 = 2$  кг после деления продолжала двигаться по направлению движения тела со скоростью  $v_1 = 300$  м/с. Определите скорость  $v_2$  и направление движения второй части тела (рис. 1.22).

**Дано:** СИ

$$m = 5 \text{ кг}$$

$$v = 100 \text{ м/с}$$

$$m_1 = 2 \text{ кг}$$

$$v_1 = 300 \text{ м/с}$$

$$v_2 = ?$$

**Решение:**

1. На основании закона сохранения импульса получим  $mv = mv_1 + mv_2$ .

2. Определим скорость движения второй части тела:

$$v_2 = \frac{mv - m_1 v_1}{m_2} = \frac{mv - m_1 v_1}{m - m_1}.$$



3. Определим единицу измерения:

$$[v_2] = \frac{\text{кг} \cdot \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right) - \text{кг} \cdot \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)}{\text{кг} - \text{кг}} = \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

4. Определим численное значение:

$$\{v_2\} = \frac{5 \cdot 100 - 2 \cdot 300}{5 - 2} = -33,3.$$

**Ответ:** скорость движения второй части тела  $v_2 = -33,3$  м/с. Знак минус показывает, что после деления вторая часть тела стала двигаться в сторону, противоположную направлению движения тела.

## 2.4. Силы в механике. Закон всемирного тяготения

**Сила** – это результат действия одного тела на другое, это – результат взаимодействия тел. Силы взаимодействия тел, в результате которых возникают ускорения тел или их деформация, имеют разную природу.

Все силы взаимодействия можно разделить на группы:

**силы притяжения** (силы гравитации) – это силы, которые возникают при взаимодействии тел на расстоянии; они имеют гравитационную природу (рис. 2.4.1);

**силы трения** – это силы, которые возникают при относительном движении одного тела по поверхности другого; они имеют электромагнитную природу (рис. 2.4.2);

**силы упругости** – это силы, которые действуют при контакте тел и вызывают изменение формы или размеров тел; они имеют электромагнитную природу (рис. 2.4.3).

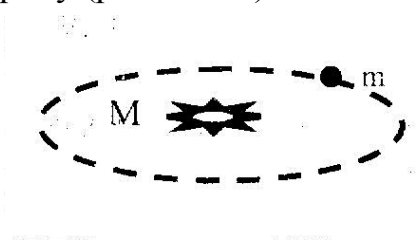


Рис. 2.4.1

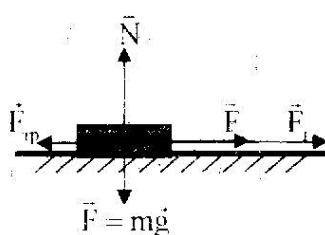


Рис. 2.4.2

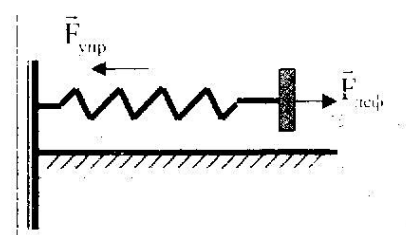


Рис. 2.4.3

### Рассмотрим действия разных сил:

Любое тело притягивается к Земле. Притяжение к Земле является причиной свободного падения тел. Ускорение свободного падения обозначают символом  $\vec{g}$ .

Ускорение свободного падения направлено к центру Земли.

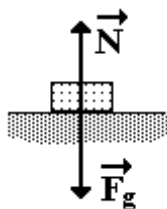
Сила, с которой тело притягивается к Земле, называется **силой тяжести** –  $\vec{F}_g$ .

По второму закону Ньютона **сила тяжести** равна:  $\vec{F}_g = m\vec{g}$ .

Сила тяжести приложена к телу и всегда направлена к центру Земли.

Если тело покоится на опоре, то согласно третьему закону Ньютона на тело действует опора с силой  $\vec{N}$ , которая называется **силой нормальной реакции опоры**.

Сила нормальной реакции опоры численно равна силе тяжести (рис. 2.4.4):



$$|\vec{N}| = |\vec{F}_g| = |m\vec{g}|$$

Рис. 2.4.4

И. Ньютон показал, что все тела имеют свойство притягиваться друг к другу.

Силы взаимного притяжения тел (силы тяготения) зависят от их масс и от расстояния между ними (рис.2.4.5).

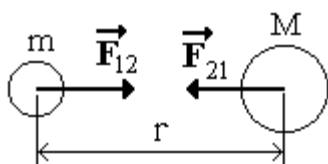


Рис. 2.4.5

Если  $m$  и  $M$  – массы двух тел,  
 $r$  – расстояние между ними, то силы притяжения равны:

$$|\vec{F}_{21}| = |\vec{F}_{12}| = F = G \frac{mM}{r^2}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

где

$G$  – гравитационная постоянная.

**Это закон всемирного тяготения**, открытый Ньютоном. Он формулируется так: *два тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними.*

Силу тяжести тела, которое находится на поверхности Земли, можно вычислить на основании второго закона Ньютона по формуле:

$$mg = G \frac{mM}{R^2},$$

где  $R$  и  $M$  – радиус и масса Земли соответственно.

Ускорение свободного падения можно вычислить по формуле:

$$g = G \frac{M}{R^2}.$$

Ускорение свободного падения в разных точках Земли различно:

на полюсе –  $g_{\text{п}} = 9,83 \text{ м/с}^2$ , на экваторе –  $g_{\text{э}} = 9,78 \text{ м/с}^2$ , потому что Земля имеет форму эллипса и радиус Земли на полюсе меньше, чем на экваторе.

Если тело находится на высоте  $H$  над Землёй, то ускорение свободного падения можно вычислить по формуле

$$g_H = G \frac{M}{(R + H)^2}$$



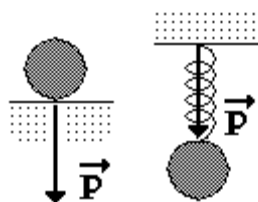


Рис. 2.4.6

Рассмотрим, что такое **вес тела**:

*Вес тела  $\vec{P}$  – это сила, с которой тело действует на опору или подвес.*

Вес тела всегда направлен к центру Земли и приложен к опоре или подвесу (рис. 2.4.6).

Если тело не движется (находится в покое) или движется прямолинейно равномерно, то вес тела равен силе тяжести (рис. 2.4.7 и рис. 2.4.8):

$$|\vec{P}| = |\vec{F}_g| = mg$$

Если тело движется с ускорением, например, в лифте (вверх, вниз или свободно падает), то вес тела:

$$P = N = m (g \pm a).$$

При движении тела с ускорением  $a$ , направленным вверх, вес тела **больше**, чем сила тяжести:

$$P = m (g + a).$$

При движении тела с ускорением  $a$ , направленным вертикально вниз, вес тела **меньше**, чем сила тяжести:

$$P = m (g - a).$$

При свободном падении вес тела **равен нулю**, так как  $g = a$ ,

$$P = 0.$$

Состояние тела, при котором его вес равен нулю, называется **невесомостью** (на тело действует только сила тяжести) (рис. 2.4.9).

Тело на опоре

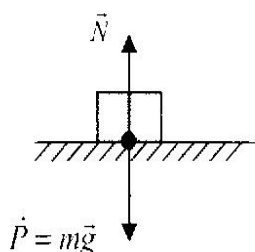


Рис. 2.4.7

Тело на подвесе

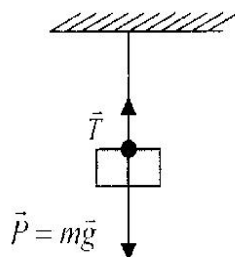


Рис. 2.4.8

Тело свободно падает

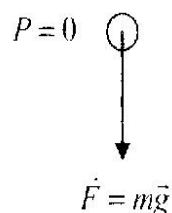


Рис. 2.4.9

**Упражнение 1.** Прочитайте текст. Напишите новые слова в тетрадь и выучите эти слова.

**Упражнение 2.** Ответьте на вопросы .

1. На какие группы можно разделить силы взаимодействия?
2. Что такое сила тяжести ?
3. Куда направлена сила тяжести и к чему она приложена?
4. Сформулируйте закон всемирного тяготения. Напишите его

формулу .

5. Чему равна гравитационная постоянная?
6. Что такое вес тела?

7. Куда направлен вес тела и к чему приложен?

8. Чему равны вес тела и сила тяжести при свободном падении?

**Пример решения задачи:**

**Задача.** Определить ускорение свободного падения на Луне. Масса Луны  $M_{\text{л}} = 7,3 \cdot 10^{22}$  кг, ее радиус  $R_{\text{л}} = 1,7 \cdot 10^3$  км. (Луну считать шариком).

**Дано:** СИ

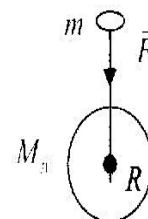
$$R_{\text{л}} = 1,7 \cdot 10^3 \text{ км}$$

$$M_{\text{л}} = 7,3 \cdot 10^{22} \text{ кг}$$

$$g_{\text{л}} = ?$$

**Решение:**

1. Каждое тело массой  $M$  создает вокруг себя силовое гравитационное поле. Если в некоторую точку поля поместить тело массой  $m$ , то поле будет действовать на это тело с силой  $F$ , которая зависит от свойств гравитационного поля в этой точке и от величины массы тела



$$F = mg. \quad \bullet$$

2. С другой стороны, все тела в природе притягиваются друг к другу с силой, которая называется силой тяготения. Её можно рассчитать с помощью закона всемирного тяготения:

$$F = G \frac{Mm}{r^2}. \quad \bullet \bullet$$

3. Равенства  $\bullet$  и  $\bullet \bullet$  дают значение одной и той же силы, которая действует на тело массой  $m$  отсюда

$$g = G \frac{M}{r^2}.$$

Ускорение свободного падения зависит от массы  $M$  тела, которое создает поле, и от расстояния от центра этого тела до какой-либо точки поля  $r$ . Оно не зависит от массы  $m$  тела, которое находится в этом поле. Все тела, независимо от их массы, движутся в данной точке гравитационного поля с одинаковым ускорением.

4. В данной задаче  $M_{\text{л}} = M$ , а  $r = R_{\text{л}}$ , так как тело находится на поверхности Луны. Следовательно,

$$g_{\text{л}} = G \frac{M_{\text{л}}}{R_{\text{л}}^2}.$$

5. Определим единицу измерения:

$$[g_{\text{л}}] = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}}{\text{кг}^2 \cdot \text{м}^2} = \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

6. Определим численное значение:

$$\{g_{\text{л}}\} = \frac{6,68 \cdot 10^{-11} \cdot 7,3 \cdot 10^{22}}{1,7 \cdot 10^6} = 1,69.$$

**Ответ:**  $g_{\text{л}} = 1,69 \text{ м/с}^2$ .

## 2.5. Трение. Виды трения. Силы трения. Движение тела по горизонтальной и наклонной поверхности

**Трение** – это **взаимодействие** между телами, которые соприкасаются. Причиной трения является взаимодействие неровностей поверхностей тел.

При относительном движении одного тела по поверхности другого тела возникает **сила трения**. Эта сила препятствует (мешает) движению тела.

Сила трения является результатом электромагнитного взаимодействия и направлена в сторону, противоположную движению.

Различают три вида трения: **трение покоя, трение скольжения и трение качения**.

**Трение покоя.** Сила трения покоя равна величине внешней силы при относительной скорости равной нулю (рис. 2.5.1):

$$0 \leq |\mathbf{F}_{\text{тр.п}}| = |\mathbf{F}|$$

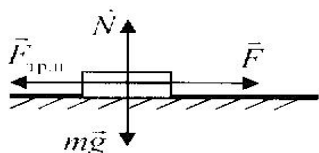
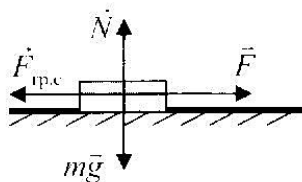


Рис.2.5.1

**Трение скольжения.** При относительном движении вдоль плоскости соприкосновения тел действует **сила трения скольжения**, равная:

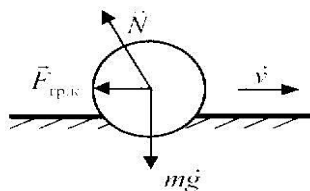
$\mathbf{F}_{\text{тр.с}} = \mu \mathbf{N}$ , где  $\mathbf{N}$  – сила реакции опоры,  $\mu$  – коэффициент трения скольжения, который характеризует состояние поверхностей соприкасающихся тел (рис. 2.5.2):

Рис. 2.5.2



**Трение качения.** Если одно тело катится по поверхности другого тела, то возникает **сила трения качения**. Сила трения качения всегда меньше силы трения скольжения (рис. 2.5.3):

Рис. 2.5.3



Для твердых тел сила трения покоя всегда больше силы трения скольжения, а сила трения качения меньше силы трения скольжения:

$$F_{\text{тр.покоя}} > F_{\text{тр.скольжения}} > F_{\text{тр.качения}}$$

Эксперименты показывают, что сила трения скольжения пропорциональна силе  $\vec{N}$ - реакции поверхности опоры:

$$\vec{F}_{\text{тр}} = \mu \cdot \vec{N}$$

где  $\mu$  – это коэффициент трения,  $\vec{N}$  – сила реакции опоры, или сила нормального давления.

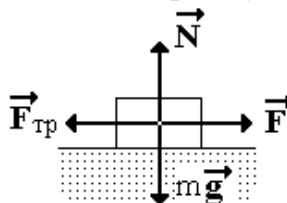
Коэффициент трения  $\mu$  не имеет единицы измерения.  $\mu$  – это безразмерная величина, потому что

$$\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{N} ; \mu < 1$$

Так как  $N = mg$ , можно записать:  $F_{\text{тр}} = \mu mg$ .

Если тело тянуть **по горизонтальной поверхности** с силой  $\vec{F}$  рис. (2.5.4), то в тот момент, когда тело начинает скользить, сила трения будет максимальной и не увеличивается при увеличении силы  $\vec{F}$ . **Сила трения равна:**  $F_{\text{тр}} = \mu mg$ .

Рис. 2.5.4



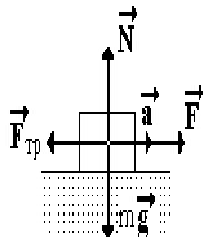
По второму закону Ньютона уравнение движения тела по горизонтальной поверхности с учетом силы трения (рис.2.5.5) в векторной форме имеет вид:

$$m\vec{a} = \vec{F} + m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}},$$

а в проекции на ось  $x$ :

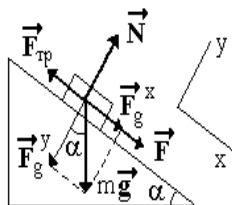
$$Ma = F - F_{\text{тр}} \text{ или } ma = F - \mu mg.$$

Рис. 2.5.5



**На наклонной поверхности сила трения равна** (рис. 2.5.6):

Рис. 2.5.6



$$F_{\text{тр}} = \mu mg \cdot \cos \alpha$$

**Уравнение движения** тела по наклонной плоскости с учетом силы трения в векторном виде записывается также, как и для горизонтальной плоскости:

$$m\vec{a} = \vec{F} + m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}}$$

В проекциях на оси  $x$  и  $y$  это уравнение имеет вид:

$$ma = F - F_{\text{тр}} + F_g^x,$$

$$0 = -F_g^y + N.$$

Так как  $F_g^x = mg \sin \alpha$ ,  $F_g^y = mg \cos \alpha$ ,  
то уравнение движения тела по наклонной плоскости принимает вид :  
 $ma = F - \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$  или  $ma = F - mg (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$ .

**Упражнение 1.** Прочитайте текст. Напишите новые слова в тетрадь и выучите эти слова.

**Упражнение 2.** Ответьте на вопросы.

1. Что такое трение?
2. Какие виды трения вы знаете?
3. Напишите формулу силы трения.
4. Чему равна сила трения на горизонтальной поверхности?
5. Чему равна сила трения на наклонной поверхности?

### Пример решения задачи:

**Задача ...** Автомобиль движется по горизонтальной поверхности со скоростью  $v = 36$  км/ч. После выключения мотора он проезжает до остановки  $S = 100$  км/ч. Определите коэффициент трения  $\mu$ .

**Дано:** СИ

$v = 36$  км/ч

$S = 100$  км/ч

$\mu = ?$

**Решение:**

1. Определим коэффициент трения по формуле

$$\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{N}.$$

2. При движении автомобиля по горизонтальной поверхности сила реакции опоры равна:

$$N = mg,$$

отсюда

$$\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{mg} \quad \bullet$$

2'. Силу трения найдём на основании второго закона Ньютона: на автомобиль при выключенном моторе действует только сила трения, которую сообщает ему отрицательное ускорение, поэтому

$$F_{\text{тр}} = m(-a) \quad \bullet \bullet$$

3. Ускорение найдём из уравнения пути равнозамедленного движения, конечная скорость которого равна нулю:

$$v_0^2 = 2(-a)S;$$

$$-a = \frac{v_0^2}{2S}$$

4. Подставим данную формулу в уравнение  $\bullet \bullet$  :

$$F_{\text{тр}} = m \frac{v_0^2}{2S}.$$

5. Подставим выражение • • в формулу • • :

$$\mu = \frac{mv_0^2}{2Smg} = \frac{v_0^2}{2Sg}.$$

6. Определим единицу измерения:

$$[\mu] = \frac{\text{м}^2 \cdot \text{с}^2}{\text{с}^2 \cdot \text{м} \cdot \text{м}}.$$

7. Определим численное значение:

$$\{\mu\} = \frac{10^2}{2 \cdot 10 \cdot 100} = \frac{1}{20} = 0,05.$$

**Ответ:** коэффициент трения  $\mu = 0,05$ .

## 2.6. Деформация. Виды деформации. Сила упругости. Закон Гука

**Деформация** – это изменение формы или объема тела под действием внешней силы.

Свойство макротел сопротивляться изменению их формы и объема под действием внешних сил – это **упругость тела**.

Различают два вида деформации: **упругая** и **неупругая**.

**Упругая деформация** – это деформация, которая исчезает после прекращения действия внешней силы на тело (растяжение, сжатие, кручение) (рис. 2.6.1 а, б, в) :

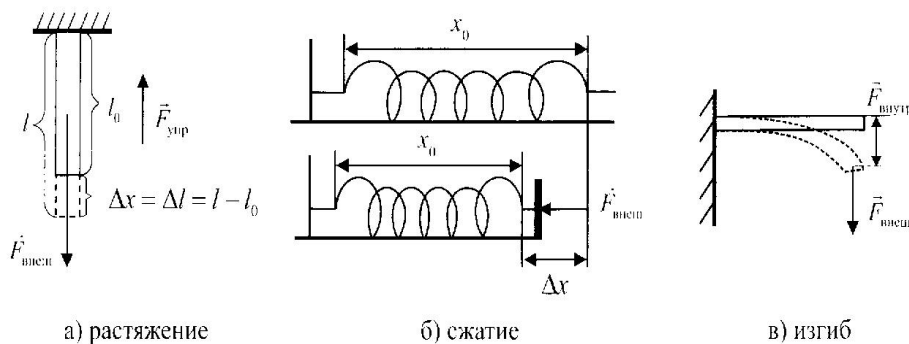


Рис. 2.6.1

**Неупругая деформация** – это деформация, которая не исчезает после прекращения действия внешней силы на тело.

При **упругой деформации** действуют **силы упругости**.

Силы упругости – это вес тела, сила натяжения нити (подвеса), сила реакции опоры.

Сила упругости имеет электромагнитную природу и всегда направлена в сторону, противоположную деформации.

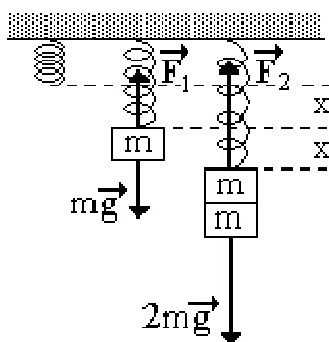


Рис.2.6.2

Эксперименты показали, что сила упругости  $F_{\text{упр}}$  прямо пропорциональна упругой деформации тела. Если к пружине подвесить тело массой  $m$ , то на тело действует сила  $|\vec{F}_1| = |m\vec{g}|$ , а деформация пружины будет равна  $x$ . Если подвесить тело массой  $2m$ , то сила упругости данной пружины увеличится в два раза, деформация увеличится также в два раза и будет равна  $2x$  (рис. 2.6.2). Это значит, что для данной пружины

$$\frac{|\vec{F}_1|}{x_1} = \frac{|\vec{F}_2|}{x_2} = \text{const} = k \quad |\vec{F}| = kx$$

Коэффициент  $k$  характеризует упругие свойства данного тела (пружины).

$k$  – это **коэффициент упругости** (жёсткости).

Единица измерения  $k$  в СИ:  $[k] = \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ .

Его значение постоянно для данного вещества и приводится в справочниках.

Уравнение  $F_{\text{упр}} = -kx$  – это **закон Гука**.

Он формулируется так:

*сила упругости прямо пропорциональна величине деформации тела и противоположна ей по направлению.*

Знак «минус» показывает, что вектор силы упругости направлен противоположно деформации (смещению)  $x$ .

Закон Гука лежит в основе действия прибора для измерения силы – **динамометра**.

Закон Гука справедлив при небольших деформациях.

**Упражнение 1.** Прочитайте текст. Напишите новые слова в тетрадь и выучите эти слова.

**Упражнение 2.** Ответьте на вопросы.

1. Что называется деформацией?
2. Что такое упругость тела?
3. Какие виды деформации Вы знаете?
4. Что называется упругой деформацией?
5. Какие виды упругой деформации Вы знаете?
6. Сформулируйте закон Гука. Напишите формулу закона Гука.
7. Как определить коэффициент упругости?
8. В каких единицах измеряется коэффициент упругости?

**Пример решения задачи:**

**Задача .** Жёсткость пружины равна  $k = 49$  Н/м. Пружина удлинилась на  $\Delta x = 4$  см, когда на неё повесили тело. Чему равна масса  $m$  тела

Дано: СИ

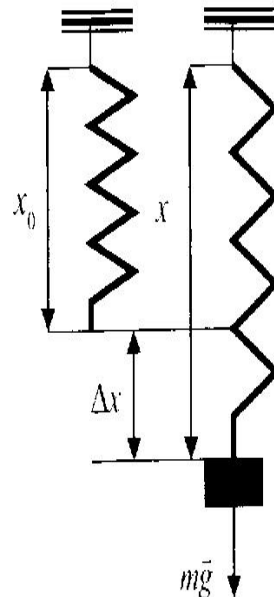
$$k = 49 \text{ Н/м}$$

$$\Delta x = 4 \text{ см} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$m = ?$$

**Решение:**

1. Из условия задачи видно, что  $\Delta x = x - x_0$ , деформирующая сила равна силе тяжести  $F = mg$ , а также сила упругости  $F = -k\Delta x$ .



2. Приравниваем силу упругости и силу тяжести:

$$mg = -k\Delta x,$$

$$m = \frac{k\Delta x}{g}.$$

3. Определим единицу измерения:

$$|m| = \frac{\text{Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2}{\text{м} \cdot \text{м}}.$$

4. Определим численное значение:

$$\{m\} = \frac{49 \cdot 4 \cdot 10^{-2}}{9,8} = 0,2.$$

**Ответ:**  $m = 0,2$  кг.

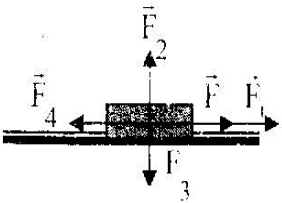
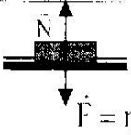
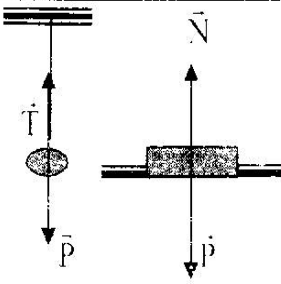
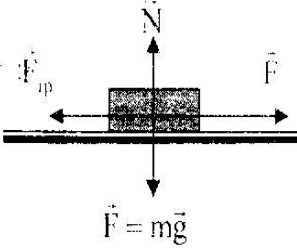
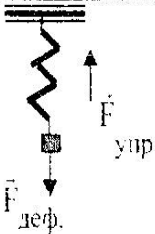


Таблица 2.1

Законы в динамике. Виды сил

Второй закон Ньютона.	$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$	Ускорение, которое получает тело под действием силы, прямо пропорционально величине этой силы, обратно пропорционально массе данного тела и совпадает по направлению с направлением вектора силы.
Третий закон Ньютона.	$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$	Силы взаимодействия двух тел равны по величине, противоположны по направлению, приложены к телам разных масс и действуют по одной прямой.
Закон всемирного тяготения.	$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$	Два тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними.
Закон Гука.	$\vec{F} = -k\Delta\vec{x}$	Сила упругости прямо пропорциональна величине деформации.

## Виды сил

Название силы	Рисунок	Формула силы	Определение силы
Сила Ньютона $\vec{F} = m\vec{a}$		$\vec{F} = m\vec{a}$ $m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4$	Сила Ньютона – это результирующая всех сил, действующих на тело, которая вызывает у тела ускорение.
Сила тяжести ( $\vec{F} = m\vec{g}$ )		$\vec{F} = m\vec{g}$	Сила тяжести – это сила, с которой Земля действует на тело.
Вес тела ( $\vec{P}$ )		$\vec{P} = m\vec{g}$	Вес тела – это сила, с которой тело действует на опору или подвес.
Сила реакции опоры ( $\vec{N}$ )			Сила реакции опоры – это сила, с которой опора действует на тело.
Сила натяжения нити ( $\vec{T}$ )			Сила натяжения – это сила реакции нити.
Сила трения ( $\vec{F}_{тр.}$ )		$\vec{F}_{тр.} = \mu\vec{N}$	Сила трения – это сила, которая возникает при относительном движении одного тела по поверхности другого. Эта сила всегда направлена в сторону, противоположную перемещению тела.
Сила упругости ( $\vec{F}_{упр.}$ )		$F_{упр.} = -k\Delta$	Сила упругости – это сила, которая возникает при деформации и препятствует ей. Сила деформации – это сила, которая изменяет форму и объём тела.

Название закона	Формула закона	Формулировка закона
Первый закон Ньютона.		Существуют такие системы отсчёта, в которых тело сохраняет состояние покоя или прямолинейного равномерного движения, если на это тело не действуют другие тела или их действие компенсируется.

**Физический диктант «Динамика материальной точки»**

1. Что изучает динамика?
2. Что называется силой?
3. Чем характеризуется сила?
4. Что вызывает у тела действие силы?
5. Что называется инерцией?
6. Сформулируйте первый закон Ньютона.
7. Что называется инерциальной системой отсчета?
8. Сформулируйте второй закон Ньютона.
9. Напишите формулу второго закона Ньютона.
10. Сформулируйте третий закон Ньютона.
11. Напишите формулу третьего закона Ньютона.
12. Что называется силой тяжести?
13. Напишите формулу силы тяжести.
14. Что называется весом тела?
15. Покажите на рисунке, куда направлены сила тяжести и вес тела?
16. К чему приложены сила тяжести и вес тела?
17. Чему равны сила тяжести и вес тела при свободном падении?
18. Сформулируйте закон Всемирного тяготения.
19. Напишите формулу закона Всемирного тяготения.
20. Чему равна гравитационная постоянная?
21. Что называется импульсом тела?
22. Напишите формулу закона сохранения импульса.
23. Сформулируйте закон сохранения импульса.
24. Что называется трением?
25. Какие виды трения Вы знаете?
26. Что называется силой трения?
27. Напишите формулу силы трения.
28. Куда направлена сила трения?
29. Напишите формулу центростремительной силы.
30. Куда направлена центростремительная сила?
31. Что называется деформацией?
32. Какие виды деформации Вы знаете?
33. Напишите формулу закона Гука.
34. Сформулируйте закон Гука.

### Задачи к разделу «Динамика»

1. Снаряд массой 100 кг движется со скоростью 500 м/с. Во время движения он разорвался на две части. Одна часть снаряда массой 40 кг стала двигаться со скоростью 600 м/с в том же направлении. Чему равна скорость другой части снаряда?
2. Пуля вылетает из винтовки со скоростью 865 м/с. Определить скорость винтовки при отдаче, если масса винтовки в 470 раз больше массы пули.
3. Сила 60 Н сообщает телу ускорение 0,8. Какая сила сообщит этому телу ускорение 2?
4. Тело массой 4 кг под действием некоторой силы приобрело ускорение  $2 \text{ м/с}^2$ . Какое ускорение приобретает тело массой 10 кг под действием той же силы?
5. Два тела равной массы движутся с ускорением  $0,08 \text{ м/с}^2$  и  $0,64 \text{ м/с}^2$ . Равны ли силы, которые действуют на тела? Чему равна сила, которая действует на второе тело, если на первое действует сила 12 Н?
6. Два конькобежца, массы которых 50 кг и 60 кг, стоят на коньках. Первый отталкивается от второго с силой 150 Н. Чему равны ускорения конькобежцев? Чему равно ускорение первого конькобежца относительно второго?
7. Тело подняли на высоту, равную радиусу Земли. Во сколько раз уменьшилась сила тяжести?
8. Определить ускорение свободного падения на Луне. Масса Луны  $7,3 \cdot 10^{22} \text{ кг}$ , её радиус  $1,7 \cdot 10^3 \text{ км}$ .
9. Найти ускорение свободного падения на Марсе. Масса Марса  $6 \cdot 10^{23} \text{ кг}$ , его радиус  $3,3 \cdot 10^3 \text{ км}$ .
10. На полу лифта лежит тело массой 100 кг. Определить вес тела в случаях: 1) если лифт движется вниз с ускорением  $0,3 \text{ м/с}^2$ ; 2) если лифт движется вниз равномерно; 3) если лифт движется вниз с ускорением  $-0,3 \text{ м/с}^2$ ; 4) если он свободно падает.
11. Жесткость пружины равна 49 Н/м. Пружина удлинилась на 4 см, когда на неё повесили гирю. Чему равна масса гири?
12. Автомобиль массой 1,5 т движется по горизонтальной дороге со скоростью 20 м/с. После выключения двигателя он проходит до остановки 50 м. Найти силу трения и коэффициент трения.
13. Тело движется равномерно по наклонной плоскости вниз. Угол наклона плоскости  $\alpha = 30^\circ$ . Чему равен коэффициент трения  $\mu$ ? ( $\sin 30^\circ = 0,5$ ;  $\cos 30^\circ = 0,866$ ).
14. Через сколько секунд после начала торможения остановится автобус, движущийся со скоростью 43,2 км/ч, если коэффициент трения при торможении равен 0,4?

### Ответы к задачам по разделу « Динамика »

- |   |                            |                 |
|---|----------------------------|-----------------|
| 1. 433 м/с.                                   | 7. 4 раза                  | 11. 0,2 кг.     |
| 2. 1,83 м/с.                                  | 8. 1,69 м/с <sup>2</sup> . | 12. 6 кН; 0,41. |
| 3. 150 Н.                                     | 9. 3,69 м/с <sup>2</sup> . | 13. 0,58.       |
| 4. 0,8 м/с <sup>2</sup> .                     | 10. 950 Н; 980 Н;          | 14. 3,06 с.     |
| 5. 96 Н                                       | 1010 Н; 0.                 |                 |
| 6. 3 м/с <sup>2</sup> ; -2,5 м/с <sup>2</sup> |                            |                 |
| 5,5 м/с <sup>2</sup>                          |                            |                 |

## 2.7 Механическая работа. Мощность.

### Коэффициент полезного действия. Механическая энергия. Закон сохранения энергии

#### Механическая работа

**Механическая работа** – это скалярная физическая величина, которая равна скалярному произведению силы на перемещение её точки приложения:

$$A = (\vec{F} \cdot \Delta \vec{r}) = |\vec{F}| \cdot |\Delta \vec{r}| \cos \alpha ,$$

где  $\alpha$  – угол между векторами силы и перемещения (рис. 2.7.1) :

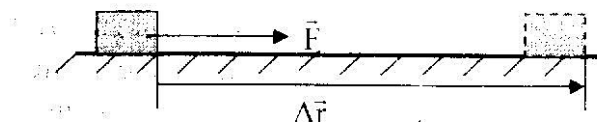


Рис. 2.7.1

Если тело движется прямолинейно, то модуль вектора перемещения равен пройденному пути ( $S = |\Delta \vec{r}|$ ), поэтому  $A = F \cdot S \cdot \cos \alpha$ .

Механическая работа – это работа силы. Она зависит от приложенной к телу силы  $\vec{F}$  и от перемещения  $\Delta \vec{r}$  тела в пространстве.

Единицей измерения работы в СИ является джоуль (Дж): Дж = Н · м = кг · м<sup>2</sup> / с<sup>2</sup>

Работа силы может быть положительной, отрицательной или равной нулю.

Рассмотрим примеры:

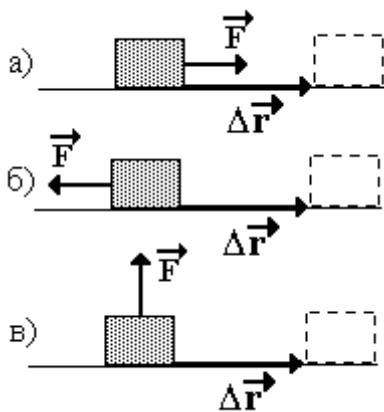


Рис. 2.7.2

1. Направление силы совпадает с направлением перемещения (рис. 2.7.2, а).

Силы, направление которых совпадает с направлением перемещения, – это **движущие силы** или **силы тяги**:

$$A = |\vec{F}| \cdot |\Delta \vec{r}| \cos 0^\circ = F \cdot S$$

**Работа движущих сил положительна.**

2. На тело действует **сила сопротивления** (рис. 2.7.2, б):

$$A = |\vec{F}| \cdot |\Delta \vec{r}| \cos 180^\circ = -F \cdot S$$

### **Работа сил сопротивления отрицательна.**

Сила сопротивления – это сила трения. Она препятствует движению.

3. На тело действует сила, перпендикулярная направлению перемещения – **нормальная сила** (рис. 2.7.2, в):

$$A = |\vec{F}| \cdot |\Delta\vec{r}| \cos 90^\circ = 0$$

### **Нормальные силы работы не совершают.**

При движении тела под действием **силы тяжести Земли** (вблизи поверхности Земли), например, когда тело падает с высоты  $h$ , направление силы тяжести совпадает с направлением движения, поэтому **сила тяжести совершает работу**:

$$A = mgh.$$

Если тело брошено **вертикально вверх**, то **сила тяжести совершает отрицательную работу**:

$$A = -mgh.$$

Работа силы тяжести будет равна нулю, если тело, брошенное вертикально вверх, возвратится на Землю.

### **Работа силы тяжести по замкнутой траектории равна нулю.**

**Консервативная** сила – это сила, работа которой не зависит от формы пути, а зависит только от начальной и конечной точек траектории. Сила тяжести и сила упругости – это консервативные силы.

### **Мощность.**

**Мощность**  $N$  – это скалярная физическая величина, равная отношению работы ко времени, в течение которого она совершена:

$$N = \frac{A}{t}.$$

Единицей измерения мощности в СИ является ватт (Вт):

$$\text{Вт} = \text{Дж/с} = \text{кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}^3.$$

В технике используют другие единицы мощности :

$$\text{киловатт (кВт)} : 1 \text{ кВт} = 10^3 \text{ Вт}; \text{ мегаватт (МВт)} : 1 \text{ МВт} = 10^6 \text{ Вт}.$$

### **Коэффициент полезного действия**

При любом движении сила совершает «полную работу», которая состоит из «работы полезной» (если не учитывать силы сопротивления) и «работы потерь» (работа против сил сопротивления):

$$A_{\text{полная}} = A_{\text{полезная}} + A_{\text{потерь}}$$

Отношение полезной работы (мощности) к полной работе (мощности) – это **коэффициент полезного действия**.

Он обозначается КПД или греческой буквой  $\eta$  (эта) :

$$\text{КПД} = \eta = \frac{A_{\text{полезная}}}{A_{\text{полная}}} = \frac{N_{\text{полезная}}}{N_{\text{полная}}}$$

КПД является безразмерной величиной. Его выражают в процентах. КПД всегда меньше единицы или меньше 100%, потому что полезная работа всегда меньше полной работы.

## Механическая энергия. Виды механической энергии

Материя всегда движется. Каждой форме движения материи соответствует определенный вид энергии. Механическому движению соответствует механическая энергия.

**Механическая энергия**  $E$  – это физическая величина, это количественная характеристика механического состояния тела. Она характеризует способность тела совершать работу. Механическая энергия определяется скоростью движения тела и его положением в пространстве.

Единицей измерения энергии в СИ является джоуль (Дж):

$$\text{Дж} = \text{Н} \cdot \text{м} = \text{кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2.$$

Существует два вида механической энергии :

**кинетическая** и **потенциальная**.

**Кинетическая энергия** – это энергия движения:  $E_k$  (рис. 2.7.3):

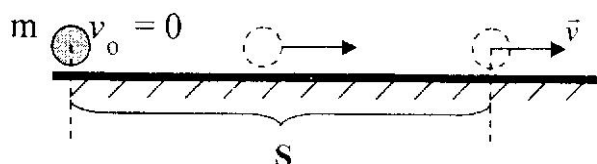


Рис. 2.7.3

**Кинетическая энергия** определяется скоростью тела.

Величина кинетической энергии движущегося тела численно равна:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

Кинетическая энергия тела пропорциональна квадрату его скорости.

**Потенциальная энергия**  $E_p$  – это энергия взаимодействия тел.

Потенциальная энергия тела, поднятого над Землей на высоту  $h$ , равна  $E_p = mgh$  (рис. 2.7.4) :

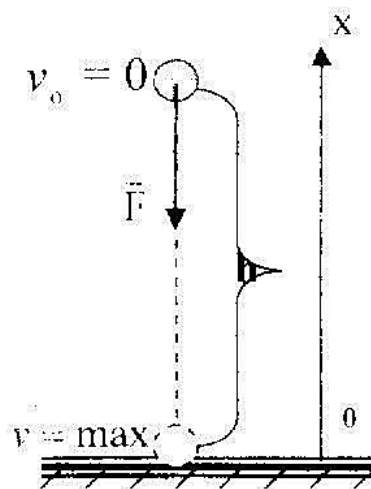


Рис.2.7.4

Потенциальная энергия деформированной пружины равна:

$$E_{\text{п}} = \frac{1}{2} k x^2 ,$$

где  $k$  – коэффициент упругости или жёсткости пружины;  
 $x$  – её деформация (рис.2.7.5):

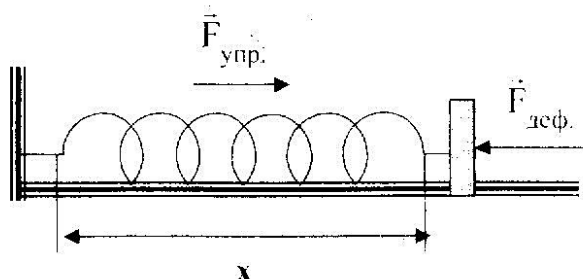


Рис. 2.7.5

### Закон сохранения энергии

Полная механическая энергия – это сумма потенциальной и кинетической энергии .

В замкнутой системе потенциальная или кинетическая энергия тела может измениться при совершении механической работы .

Полная механическая энергия замкнутой системы не изменяется :

$$E = E_{\text{п}} + E_{\text{к}} = \text{const}; \quad \Delta E = 0.$$

Это закон сохранения механической энергии.

Он формулируется так: *полная механическая энергия замкнутой системы есть величина постоянная.*

**Общий закон сохранения энергии:** *в любых явлениях природы энергия не исчезает и не возникает, а переходит из одного вида в другой в равных количествах.*

**Упражнение 1.** Прочитайте текст. Напишите новые слова в тетрадь и выучите эти слова.

**Упражнение 2.** Ответьте на вопросы.

1. Что такое механическая работа?
2. Напишите формулу механической работы.
3. В каких единицах измеряется механическая работа в системе СИ?
4. Чему равна работа силы тяжести и от чего она зависит?
5. Что такое мощность?
6. В каких единицах измеряется мощность в СИ?
7. Что такое коэффициент полезного действия?
8. Что такое энергия?
9. Какие виды энергии Вы знаете?
10. Что такое потенциальная энергия? Напишите ее формулу.
11. Что такое кинетическая энергия? Напишите ее формулу.
12. Как формулируется закон сохранения энергии?
13. Что такое полная механическая энергия?

**Таблица 2.4      Механическая работа. Мощность. КПД. Энергия.  
Закон сохранения энергии**

Название физических величин	Обозначение физических величин	Единицы измерения физических величин в СИ	Формулы	Определения
Механическая работа	$A$	Дж	$A =  \vec{F}  \cdot  \Delta r  \cdot \cos \alpha$	Механическая работа — это скалярное произведение силы на перемещение
Мощность	$N$	Вт	$\langle N \rangle = \frac{A}{t}$	Мощность — это работа, которую совершает сила за единицу времени
Энергия	$E$	Дж	$A = \pm (E - E_0)$	Энергия характеризует способность тела совершать механическую работу
Кинетическая энергия	$E_k$	Дж	$E_k = \frac{mv^2}{2}$	Кинетическая энергия — это энергия движения
Потенциальная энергия	$E_{\text{п}}$	Дж	$E_{\text{п}} = mgh$	Потенциальная энергия — это энергия взаимодействия тел
Полная механическая энергия	$E$	Дж	$E = E_k + E_{\text{п}}$	Полная механическая энергия — это сумма потенциальной и кинетической энергии тела
Коэффициент полезного действия	КПД $\eta$	% —	$\text{КПД} = \frac{A_1}{A} \cdot 100\%$ $\eta = \frac{A_1}{A}$	Отношение полезной работы к полной работе называется коэффициентом полезного действия (КПД)
Название закона	Формула закона		Формулировка закона	
Закон сохранения полной механической энергии	$E = E_k + E_{\text{п}} = \text{const}$		Полная механическая энергия замкнутой системы есть величина постоянная	



### Пример решения задачи:

**Задача.** Пуля летит со скоростью  $v_0 = 400$  м/с. Она попадает в тело (дерево). Пуля проходит до остановки путь  $S = 0,5$  м. Определить силу сопротивления  $F_c$  тела движению пули, если ее масса  $m = 24$  г.

**Дано: СИ**

$$V_0 = 400 \text{ м/с}$$

$$m = 24 \text{ г} = 2,4 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$$

$$F_c = ?$$

**Решение:**

1. Рассмотрим направление движения пули на оси ОХ:

Механическая работа равна:  $|A| = |F| \cdot |\Delta r| \cdot \cos \alpha$ .

Так как  $\alpha = \pi$ , то  $\cos \alpha = -1$ , тогда  $A = -F \cdot S$  или  $A = E - E_0$ . Для данного случая  $E = 0$  (пуля остановилась),  $E_0 = mv_0^2/2$ , тогда  $-F \cdot S = -mv_0^2/2$ , или  $F = mv_0^2/2S$ .

2. Определим единицу измерения:  $[F] = \text{кг} \cdot (\text{м}^2/\text{с}^2) / \text{м} = \text{Н}$

3. Определим численное значение:

$$\{F\} = \frac{2,4 \cdot 10^{-2} \cdot 400^2}{2 \cdot 0,5} = 3,8.$$

4. **Ответ:** сила сопротивления тела (дерева) пули равна:  $F_c = 3,8$  Н/

### Физический диктант «Механическая работа. Мощность. КПД. Механическая энергия. Закон сохранения энергии»

1. Что называется механической работой?
2. Напишите формулу механической работы.
3. В каких единицах измеряется механическая работа в СИ?
4. Чему равна работа силы тяжести и от чего она зависит?
5. Чему равна работа силы тяжести по замкнутому пути?
6. Чему равна работа силы упругости?
7. Что называется мощностью? Напишите ее формулу.
8. В каких единицах измеряется мощность в СИ?
9. Что называется коэффициентом полезного действия?
10. Что называется энергией?
11. Какие виды энергии Вы знаете?
12. Что называется потенциальной энергией? Напишите ее формулу.
13. Что называется кинетической энергией? Напишите ее формулу.
14. Что называется полной механической энергией?
15. Сформулируйте закон сохранения энергии.

### Задачи к разделу «Механическая работа. Мощность. КПД. Энергия. Закон сохранения энергии»

1. Тележка массой 1,5 т равномерно перемещается по горизонтальному пути на расстояние 0,6 км. Какую работу совершает сила, если коэффициент трения 0,008?

2. Какую работу нужно совершить, чтобы поднять груз массой 0,03 т на высоту 10 м с ускорением  $0,5 \text{ м/с}^2$ ?
3. Подъёмный кран в течение 8 ч поднимает 3000 т груза на высоту 9 м. Чему равна мощность двигателя крана, если коэффициент полезного действия мотора 60 %?
4. Экскаватор поднимает 180 т земли на высоту 6 м в течение 1 ч. Мощность мотора экскаватора 4 кВт. Определить КПД экскаватора.
5. Одинаковую ли мощность развивает человек, поднимаясь по одной и той же лестнице один раз в течение 30 с, а в другой раз в течение 1 мин? Одинаковую ли работу совершает человек в этих случаях?
6. Электродвигателем за 2 с поднимают груз 5 кг на высоту 60 см. Определить мощность электродвигателя.
7. Определить жесткость пружины, если при её сжатии на 5 см она приобретает энергию
8. Тело массой 30 кг поднимают с постоянной силой на высоту 10 м в течение 5 с. Начальная скорость тела равна нулю. Определить работу
9. Футбольный мяч массой 400 г свободно падает на землю с высоты 6 м и после удара поднимается на высоту 2,4 м. Сколько энергии мяч теряет при ударе о землю?

**Ответы к задачам по разделу:**  
**«Механическая работа. Мощность. КПД. Энергия.**  
**Закон сохранения энергии»**

1. 70 кДж    2. 3090 Дж    3. 15,3 кВт    4. 0,735    5. –
6. 14,7 Вт    7.  $6,4 \cdot 10^6 \text{ Н/м}$     8. 3180 Дж    9. 14 Дж

### 3. СТАТИКА. ЭЛЕМЕНТЫ СТАТИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА

**Статика** – это раздел механики.

Статика изучает **условия равновесия тел** под действием приложенных сил.

**Равновесие** – это состояние покоя или равномерного прямолинейного движения (или вращения).

Равновесие тел может быть **устойчивым, неустойчивым и безразличным**.

**Устойчивое равновесие**, если при малом отклонении тела от положения равновесия возникает сила, которая возвращает тело в положение равновесия (рис. 3.1, а).

**Неустойчивое равновесие**, если при малом отклонении от положения равновесия возникает сила, которая удаляет его от положения равновесия (рис.3.1, б).

**Безразличное равновесие**, если при отклонении тела равновесие сохраняется (рис. 3.1, в).

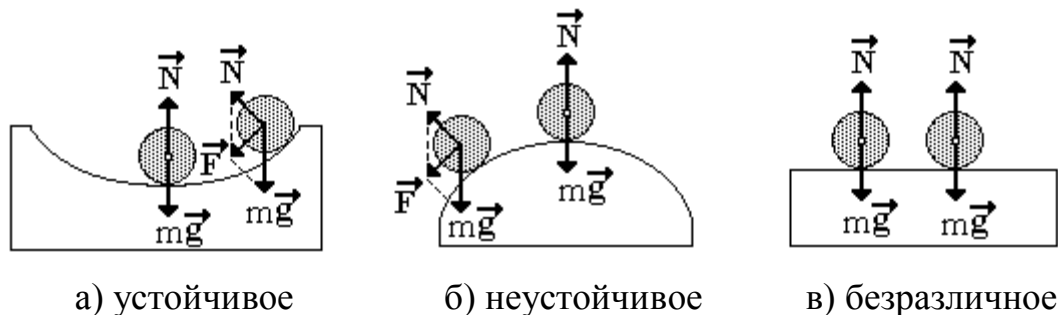


Рис. 3.1

### Равновесие тела, которое не имеет оси вращения

Тело, которое не имеет оси вращения, будет находиться в равновесии (рис.3.2), если векторная сумма всех сил, приложенных к нему, равна нулю:

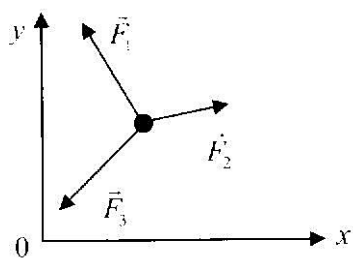


Рис. 3.2

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots = 0$$

В проекциях на оси  $Ox$  и  $Oy$  условие равновесия имеет вид:

$$\sum_{i=1}^n F_{ix} = 0; \quad \sum_{i=1}^n F_{iy} = 0$$

### Равновесие тела, которое имеет ось вращения

Равновесие твердого тела, которое имеет ось вращения, зависит от величины (модуля), направления и точки приложения действующих сил. Действие силы на тело, которое имеет ось вращения, характеризуется **моментом силы**.

**Момент силы**  $\vec{M}$  – это векторная физическая величина, модуль которой равен произведению плеча силы  $l$  на величину силы  $F$ , которая лежит в плоскости, перпендикулярной к оси вращения (рис. 3.3):

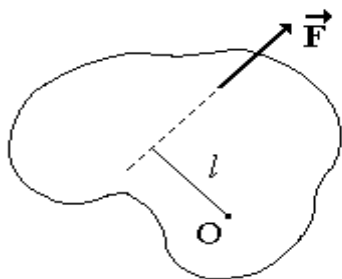


Рис. 3.3

$$|\vec{M}| = M = |\vec{F}| \cdot l$$

**Плечо силы  $l$**  – это минимальное расстояние (перпендикуляр) от оси вращения (точки О) до направления действия силы.

$$[M] = H \cdot m$$

В СИ за единицу момента силы принимают момент силы в один ньютон, имеющий плечо в один метр:

**Момент силы имеет знак:**

Момент силы **положительный**, если сила вращает тело по часовой стрелке.

Момент силы **отрицательный**, если сила вращает тело против часовой стрелки.

Момент силы, направленный вдоль прямой, проходящей через ось вращения, **равен нулю** (так как  $l = 0$ ).

Увеличивая плечо силы, прилагая силу дальше от оси вращения, можно получить нужный момент при наименьшем усилии. Например, ручка двери закрепляется на наибольшем расстоянии от оси вращения; длинным ключ легче отвернуть гайку.

При вращательном движении момент силы играет такую же роль, как и сила при поступательном движении.

**Правило моментов – условие равновесия тела, которое имеет ось вращения:**

*при равновесии или равномерном вращении тела, которое имеет неподвижную ось вращения, алгебраическая сумма моментов всех действующих на тело, равна нулю:* 
$$\sum_{i=1}^n M_i = 0.$$

Таким образом, для равновесия тела необходимо выполнение **двух условий:**

1. Векторная сумма всех сил, приложенных к телу, равна нулю:

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0, \text{ где } n - \text{число сил.}$$

2. Алгебраическая сумма моментов сил относительно любой оси равна нулю:

$$\sum_{i=1}^n M_i = 0, \text{ где } n - \text{число моментов.}$$

**Общее условие равновесия тела:**

*любое тело будет находиться в равновесии, если векторная сумма сил и алгебраическая сумма моментов сил, действующих на тело, равны нулю.*

**Устойчивость** тела – это способность тела сохранять равновесие.

Устойчивость зависит от площади опоры и положения центра тяжести (центра масс).

**Центр тяжести тела** – это точка приложения равнодействующей всех сил тяжести, действующих на отдельные части тела.

У однородных тел правильной формы **центр тяжести** – это **центр симметрии** (рис. 3.4):

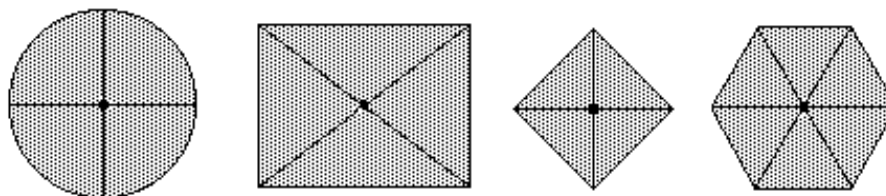


Рис. 3.4

Устойчивость тела тем больше, чем больше площадь опоры и чем ниже центр тяжести (центр масс) тела относительно оси вращения.

Тело будет находиться в равновесии, если проекция центра тяжести пересекает площадь опоры (рис. 3.5, а, б).

Тело не будет находиться в равновесии, если проекция центра тяжести не пересекает площадь опоры (рис. 3.5, в) .

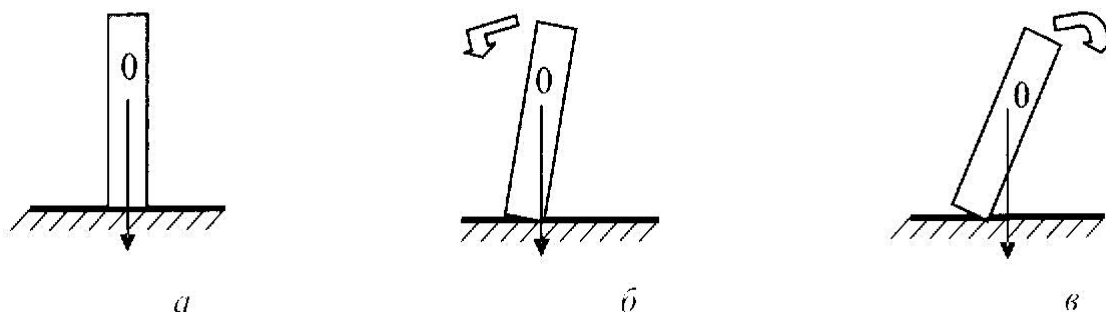


Рис. 3.5

**Упражнение 1.** Прочитайте текст. Напишите новые слова в тетрадь и выучите эти слова.

**Упражнение 2.** Ответьте на вопросы.

1. Что изучает статика?
2. Какие виды равновесия тел Вы знаете?
3. Что называется моментом силы?
4. Что называется плечом силы?
5. Сформулируйте правило моментов.
6. Сформулируйте общее условие равновесия тела.
7. Что такое устойчивость?
8. Что называется центром тяжести тела?

**Пример решения задачи:**

**Задача** Два человека несут тело (рис. 1.70) весом  $P = 980$  Н. Один человек поддерживает тело на расстоянии  $x = 2$  м от его конца, а второй человек поддерживает противоположный конец тела. Длина тела  $l = 8$  м. Определите силы нагрузки  $F_1$  и  $F_2$  на каждого человека.

**Дано:** СИ

$P = 980 \text{ Н}$

$x = 2 \text{ м}$

$l = 8 \text{ м}$

$F_1 = ?$

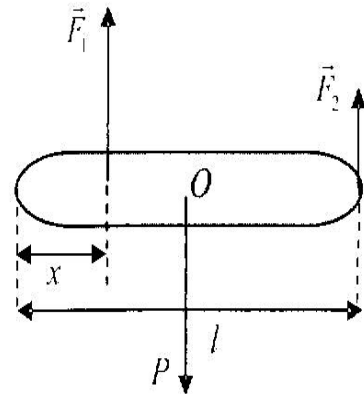
$F_2 = ?$

**Решение:**

1. На рисунке показаны силы, которые действуют на тело. В точке  $O$  находится ось вращения тела.

2. Используем равенство моментов сил  $\vec{F}_1$  и  $\vec{F}_2$  относительно этой оси

$$F_1 \left( \frac{l}{2} - x \right) = F_2 \frac{l}{2}.$$



3. Сумма сил  $F_1$  и  $F_2$  должна быть равна весу тела  $P$ :

$$P = F_1 + F_2.$$

4. Эти два уравнения позволяют найти неизвестные силы  $F_1$  и  $F_2$ :

$$F_1 = \frac{Pl}{2(l-x)}; \quad F_2 = P - F_1.$$

5. Определим единицу измерения:

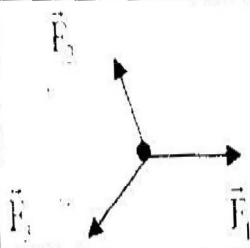
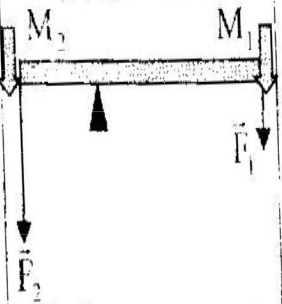
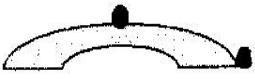

$$[F_1] = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{(\text{м} - \text{м})} = \text{Н}; \quad [F_2] = \text{Н} - \text{Н} = \text{Н}.$$

6. Определим численные значения:

$$\{F_1\} = \frac{980 \cdot 8}{2(8-2)} = 653,3; \quad \{F_2\} = 980 - 653,3 = 326,7.$$

**Ответ:**  $F_1 = 653,3$  Н;  $F_2 = 326,7$  Н.

Таблица 3.1

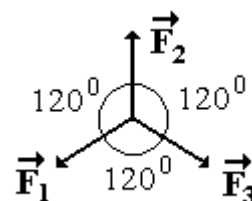
Название	Рисунок	Формулы	Определения
Условие равновесия тела, не имеющего оси вращения		$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$ $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$	Тело, которое не имеет оси вращения, будет находиться в равновесии, если равнодействующая сил, действующих на тело, равна нулю.
Условие равновесия тела, имеющего ось вращения		$\sum_{i=1}^n M = 0$	Тело, которое имеет ось вращения, будет находиться в равновесии, если алгебраическая сумма моментов сил равна нулю.
Виды равновесия тел	<div>Неустойчивое</div> 	<div>Устойчивое</div> 	Устойчивость тела — это сохранение телом равновесия

### Физический диктант «Элементы статики»

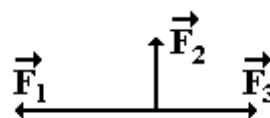
1. Что изучает статика?
2. Какие виды равновесия тел Вы знаете?
3. Напишите условия равновесия для тела, которое не имеет оси вращения.
4. Что такое момент силы? Его единицы измерения в СИ?
5. Что такое плечо силы?
6. Напишите условия равновесия для тела, которое имеет ось вращения.
7. Сформулируйте правило моментов.
8. Когда момент силы считается положительным?
9. Когда момент силы считается отрицательным?
10. Сформулируйте общее условие равновесия тел.
11. Что такое устойчивость тела?
12. Что называется центром тяжести тела?

### Задачи к разделу «Элементы статики»

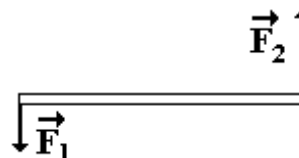
1. К точке твердого тела приложены три равные силы, действующие в одной плоскости под углом  $120^\circ$  друг к другу. Определить равнодействующую этих сил.



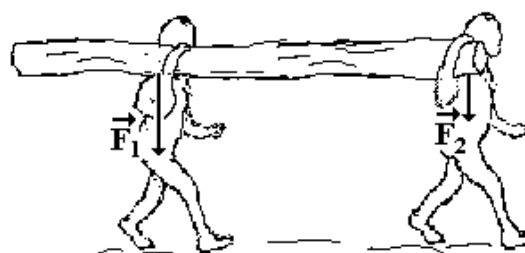
2. Три силы  $F_1 = 12 \text{ Н}$ ,  $F_2 = 6 \text{ Н}$  и  $F_3 = 8$  приложены к одной точке тела и лежат в одной плоскости, образуя между собой два прямых угла. Определить равнодействующую этих сил.



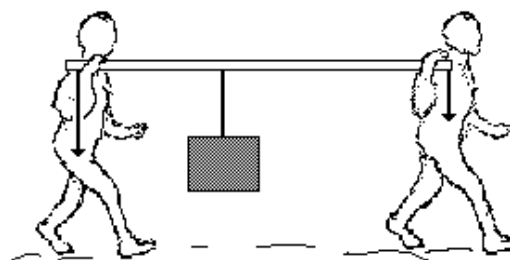
3. На стержень действуют две параллельные силы  $F_1 = 10 \text{ Н}$  и  $F_2 = 25 \text{ Н}$ , направленные в противоположные стороны. Точки приложения сил расположены на расстоянии 1,5 м друг от друга. Определить равнодействующую сил и точку приложения.



4. Два человека несут бревно массой 100 кг. Один поддерживает бревно на расстоянии 2 м от его конца, а второй – противоположный конец бревна. Длина бревна 8 м. Определить силу нагрузки на каждого человека.



5. Два человека несут груз на стержне длиной 180 см. Нагрузка на одного человека в два раза больше, чем на другого. Где находится груз? Вес стержня не учитывать.

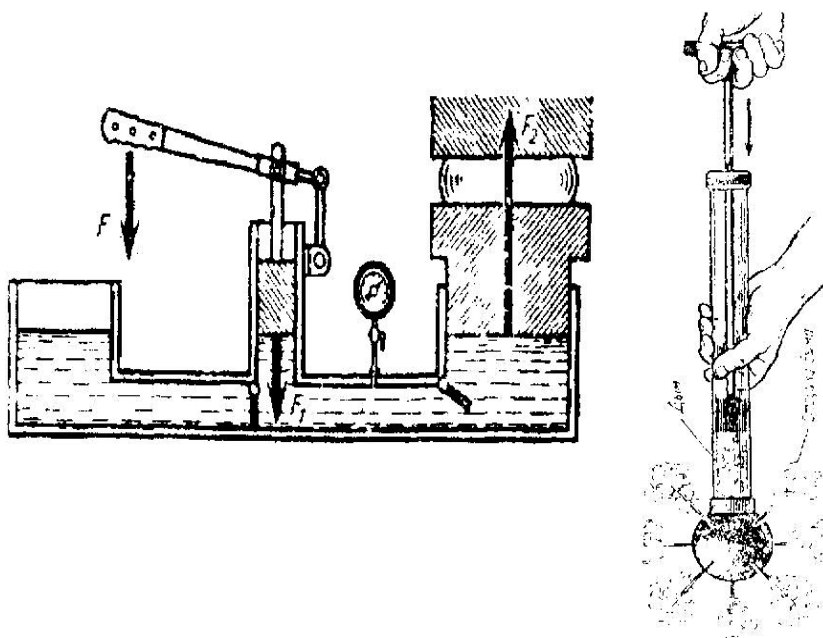


#### Ответы к задачам раздела «Элементы статики»

1. 0      2. 7 Н      3. 15 Н; 1,07 м      4. 653,3 Н; 326,7 Н  
5. На расстоянии 0,6 м от человека с большей нагрузкой.



# ГИДРОСТАТИКА



Гидростатика – это раздел физики, в котором изучают условия и закономерности равновесия жидкостей и газов под действием приложенных к ним сил и условия равновесия твёрдых тел, которые находятся в жидкостях.

#### 4. ГИДРОСТАТИКА. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ. ЗАКОНЫ

**Гидростатика** – это раздел механики. Гидростатика изучает равновесие жидкостей и их взаимодействие. Она изучает условия равновесия твердых тел, которые находятся в жидкостях.

**Вещество** – это то, из чего состоят все тела.

**Плотность** – это основная характеристика вещества. Плотность – это скалярная физическая величина, которая равна отношению массы вещества к объему данного вещества:  $\rho = m/v$ .

*Единицей измерения плотности в СИ является:  $[ \rho ] = \text{кг} / \text{м}^3$ .*

В природе вещества могут находиться в **четырёх** состояниях: **твёрдое** состояние; **жидкое** состояние (жидкость); **газообразное** состояние (газ, пар); **плазменное состояние** (плазма).

**Твёрдое** тело имеет форму и объём. Чтобы изменить форму твёрдого тела, нужно приложить силу.

**Жидкость** имеет объём, но не имеет формы. Под действием притяжения Земли жидкость принимает форму того сосуда, в котором она находится.

**Плазма** – это частично или полностью ионизированное вещество. При температуре больше 35 000 °С любое вещество представляет собой полностью ионизированную плазму. Солнце и другие звезды – это большие сгустки высокотемпературной плазмы. Из частично ионизированной плазмы состоят верхние слои атмосферы (ионосфера). Примером частично ионизированной плазмы является газ, через который проходит электрический ток.

В зависимости от условий одно и то же вещество может находиться в различных состояниях.

Основное свойство жидкости и газа – это **текучесть**.

**Текучесть** – это способность одних слоев жидкости и газа двигаться относительно других слоев.

**Давление  $P$**  – это физическая величина, численно равная силе, действующей на единицу площади:  $P = F_n / S$ ,

где  $F_n$  – сила нормального давления,  $S$  – площадь поверхности, к которой приложена сила.

**Единица измерения** давления в СИ – паскаль (Па):  $[p] = \text{Па} = \text{Н} / \text{м}^2$ .

Десятичные кратные единицы: гектопаскаль – 1 гПа =  $10^2$  Па, килопаскаль – 1 кПа =  $10^3$  Па, мегапаскаль 1 МПа =  $10^6$  Па.

**Атмосферное давление**

Землю окружает воздушная оболочка, которая называется **атмосферой**. Атмосфера притягивается к Земле и производит на нее давление.

**Атмосферное давление** – это весовое давление воздуха.

Атмосферное давление измеряют в мм рт. ст. (миллиметрах ртутного столба): 1 мм рт. ст. = 133 Па.

**Нормальное атмосферное давление** – это давление атмосферы на уровне моря: 1 атмосфера – 1 атм = 760 мм рт. ст. =  $1,013 \cdot 10^5$  Па.

При увеличении высоты над уровнем моря давление атмосферы уменьшается.

**Барометр** – это прибор, которым измеряют атмосферное давление (рис. 4.1):



Рис. 4.1

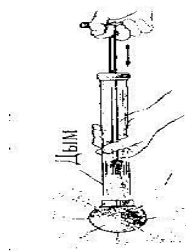


Рис. 4.2

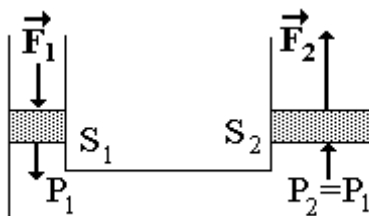
**Закон Паскаля** (закон гидростатики): *жидкость или газ, которые находятся в замкнутом сосуде, передают внешнее давление одинаково во всех направлениях.*

Если внешняя сила  $F$  давит на поршень с площадью поперечного сечения  $S$  (рис. 4.2), то внешнее давление, которое оказывает эта сила, равно:  $P = F / S$ .

Закон Паскаля имеет большое значение для техники. Например, он используется в механизме, который называется *гидравлический пресс* (рис. 4.3).

Гидравлический пресс дает выигрыш в силе ( $F_2 > F_1$ ) - во сколько раз площадь  $S_2 >$  площади  $S_1$ :  $F_2 = F_1 \cdot S_2 / S_1$  т. к.  $F_1 / S_1 = F_2 / S_2$ .

Рис. 4.3



**Закон Архимеда:** *на тело, погружённое в жидкость, действует выталкивающая сила  $F_A$ , равная весу вытесненной телом жидкости  $P_{ж}$ , направленная вертикально вверх и приложенная к центру тяжести вытесненного объёма* (рис. 4.4)

$$F_A = P_{ж} = m_{ж} \cdot g = \rho_{ж} \cdot V \cdot g; \quad F_A = \rho_{ж} \cdot V_T \cdot g,$$

где  $\rho_{ж}$  – плотность жидкости;  $V$  – объем вытесненной жидкости, равный объему погруженного тела  $V_T$ .

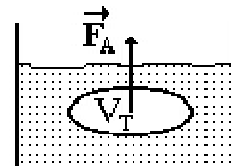


Рис.4.4

Выталкивающая сила  $F_A$  называется **силой Архимеда** или гидростатической подъемной силой.

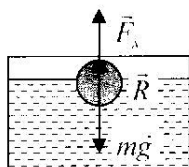
## Условия плавания тел

Если вес тела меньше выталкивающей силы, тело всплывает на поверхность, пока вес погруженной части тела будет равным весу вытесненной жидкости.

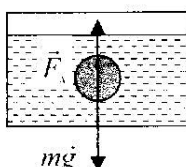
Если вес тела больше выталкивающей силы, тело тонет.

Если вес тела равен выталкивающей силе, тело плавает внутри жидкости (рис. 4.5):

плавает



равновесие ( $R = 0$ )



тонет

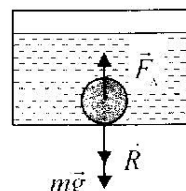


Рис.4.5

**Упражнение 1.** Прочитайте текст. Напишите новые слова в тетрадь и выучите эти слова.

**Упражнение 2.** Ответьте на вопросы.

1. Что изучает гидростатика?
2. Что называется плотностью вещества?
3. Сколько агрегатных состояний вещества Вы знаете?
4. Что такое плазма?
5. Что такое давление?
6. В каких единицах измеряется давление в СИ?
7. Что называется нормальным атмосферным давлением?
8. Каким прибором измеряется атмосферное давление?
9. Сформулируйте закон Паскаля. Где в технике используется этот закон?
10. Сформулируйте закон Архимеда.
11. Чему равна выталкивающая сила (сила Архимеда) и как она направлена?

**Пример решения задачи:**

**Задача .** Определите плотность  $\rho_1$  однородного тела, если его вес в вакууме  $P_1 = 3$  Н, а в керосине  $P_2 = 2$  Н. Плотность керосина  $\rho = 7,8 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

**Дано: СИ**

$$P_1 = 3 \text{ Н}$$

$$P_2 = 2 \text{ Н}$$

$$\rho = 7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_1 = ?$$

**Решение:**

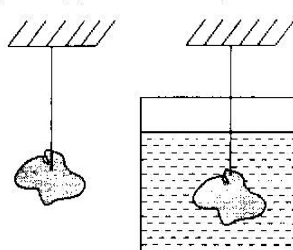
1. Вес тела в вакууме равен  $P_1 = mg$ , откуда

$$m = \frac{P_1}{g}$$

2. Подставим формулу в формулу плотности тела:

$$\rho_1 = \frac{m}{V}, \quad \rho_1 = \frac{P_1}{Vg}.$$

(в вакууме) (в керосине)



3. На тело, которое находится в керосине, действует выталкивающая сила (сила Архимеда):

$$F = \rho_1 g V; \quad F = P_1 - P_2,$$

тогда можно записать, что

$$\rho_2 g V = P_1 - P_2. \quad \dots$$

Из формулы  $\dots$  определим объём тела:

$$V = \frac{P_1 - P_2}{\rho_2 g}. \quad \dots$$

4. Подставим формулу  $\dots$  в формулу  $\dots$  и получим

$$\rho_1 = \frac{P_1 \rho_2}{P_1 - P_2}.$$

5. Получим единицу измерения:

$$[\rho] = \frac{H \cdot \text{кг/м}^3}{H} = \text{кг/м}^3.$$

6. Подставим числовые значения:

$$\{\rho\} = \frac{3 \cdot 7,8 \cdot 10^3}{3 - 2} = 23,4 \cdot 10^3.$$

**Ответ:**  $\rho = 23,4 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

**Таблица 4.2**

**Гидростатика**

Название законов	Формулы законов	Формулировка законов
<b>Закон Паскаля</b>		Давление в жидкостях и газах передаётся по всем направлениям одинаково.
<b>Закон сообщающихся сосудов</b>	Если $\rho_1 \neq \rho_2$ $\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}.$ Если $\rho_1 = \rho_2$ $h_1 = h_2$	Высота столбов жидкостей над уровнем раздела обратно пропорциональны плотностям жидкостей.
<b>Закон Архимеда</b>	$F = \rho_{\text{ж}} g V$	На тело, которое находится в жидкости или газе, действует выталкивающая сила, которая равна весу вытесненной жидкости в данном объёме тела.

Физические величины и их единицы измерения в СИ	Формулы физических величин	Определения физических величин
Давление - $p$ (Па)	$p = \frac{F}{S}$	Давление – это физическая величина численно равная отношению силы нормального давления к площади.
Плотность - $\rho$ ( $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ )	$\rho = \frac{m}{V}$	Плотность – это физическая величина численно равная отношению массы к объёму.
Удельный вес - $D$ ( $\frac{\text{Н}}{\text{м}^3}$ )	$D = \frac{p}{V}$	Удельный вес – это физическая величина численно равная отношению веса к объёму.
Нормальное атмосферное давление $p_0$ – (Па)	$p_0 = \rho g h = 760 \text{ мм.рт.ст.} = 10^5 \text{ Па}$	Весовое давление воздуха называется атмосферным давлением.

### Физический диктант «Гидростатика»

1. Что изучает гидростатика?
2. Что такое плотность вещества?
3. Напишите формулу плотности.
4. В каких единицах измеряется плотность вещества?
5. Сколько агрегатных состояний Вы знаете?
6. Что такое плазма?
7. Что такое давление? Напишите формулу давления.
8. В каких единицах измеряется давление?
9. Что такое атмосферное давление?
10. Чему равно атмосферное давление в различных системах единиц измерения?
11. Каким прибором измеряется давление?
12. Что такое нормальное давление?
13. Как формулируется закон Паскаля? Где в технике используется этот закон?
14. Какая зависимость сил от площадей поршней гидравлического пресса?
15. Сформулируйте закон Архимеда.
16. Напишите формулу закона Архимеда.
17. Чему равна выталкивающая сила (сила Архимеда) и куда она направлена?
18. Напишите условия плавания тел.

### Задачи к разделу «Гидростатика»

1. Какое давление производит на фундамент кирпичная стена высотой 20 м? (плотность кирпича  $1,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ).
2. Стекло массой 0,14 кг весит в воде 0,82 Н. Найти плотность стекла (плотность воды  $1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ).
3. Тело в воздухе весит 2,41 Н, а в керосине – 2,17 Н. Определить плотность тела (плотность керосина  $0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ).
4. Железо плавает в ртути. Какая часть объёма тела погружена в ртуть? (плотность железа  $7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , ртути  $13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ).
5. Льдина плавает в море. Над водой находится её объём равный  $150 \text{ м}^3$ . Определить силу тяжести льдины (плотность морской воды  $1,03 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , плотность льда –  $0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ).

### Ответы к задачам по разделу «Гидростатика»

1.  $3,53 \cdot 10^5 \text{ Па}$
2.  $2,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
3.  $8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
4. 057
5.  $10^7 \text{ Н}$

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Вердеревская Н. Н., Егорова С. П. Сборник задач и вопросов по физике. – М.: Высш. школа, 1980. – 216 с.
2. Корочкина Л. Н., Каурова А. С., Шутенко Л. Д., Стасюк Б. П. Физика для студентов-иностранцев. – М.: Высш. школа, 1983. – 392 с.
3. Чернякова Л.Е., Малеев А.И., Прилуцкая Я.Н. Физика: УМП для иностранных учащихся ПО. – Харьков: ХНАГХ, 2013. – 75 с.
4. Троицкая В.В., Цапко Т.П. Физика : Учеб. для студентов высш. учеб. заведений. – Харьков: Изд-во НФаУ : Золотые страницы, 2006. – Ч.1. – 144 с.

**РУССКО-АНГЛО-ФРАНКО-АРАБСКИЙ СЛОВАРЬ**

Русский	Английский	Французский	Арабский
<b>А</b>			
абсолютный	absolute	absolu	مطلقا
автобус	bus	autobus	باص
алгебра	algebra	algèbre	الجبر
алгебраический	algebraic(al)	algébrique	جبري
ампер (А)	ampere	ampère	أمبير
антипараллельный	antiparallel	anti- parallèle	متساوي ومضاد بالاتجاه
атмосфера	atmosphere	atmosphère	محيط جوي
атом	atom	atome	ذره
атомный	atomic	atomique	ذري
<b>Б</b>			
барометр	barometer	baromètre	بارومتر, مقياس للضغط الجوي
берег (реки)	bank	bord	ضفه
бросать	throw	jeter; lancer	رمى, قذف
брошенный	thrown	lancé, jeté	مقذوف
<b>В</b>			
вакуум	vacuum	vakuum; vide	فراغ
ватт (Вт)	watt (Wt)	watt	واط
вблизи	close; near	de près; côté de	عن قرب
вектор	vector	vecteur	كميه موجهة
величина	quantity	grandeur	كميه, قدر
велосипедист	bicyclist	cycliste	راكب دراجه هوائيه
вертикаль	vertical	verticale	خط رأسي
вертикальный	vertical	vertical	عمودي, رأسي
вес	weight	poids	وزن
вещество	substance	substance	ماده



взаимодействие	interaction	intéraction	تبادل, تعاون
взаимодействовать	interact	intéragir	تعاون, تفاعل
взаимосвязь	correlation	corrélation	ارتباط متبادل
вид	kind	espèce	مظهر, نوع
винтовка	rifle	fusil	بندقية
включить (вставить)	include	faire partie	أشتمل على, شغل
внешний	external	extérieur	خارجي
внутренний	internal	intérieur	داخلي
вогнутый	concave	concave	مجوف, مقعر
вода	water	eau	ماء
вокруг	around, about	autour	حول
волна	wave	onde	موجة
вольт	volt	volt	فولت
вопрос	question	question	سؤال
вращаться	rotate, revolve	tourner	التفاف, استدار
время	time	temps	وقت
всемирный	universal	universel	عالمي
всплыть (всплывать)	surface, emerge	monter à la surface	عام على سطح الماء
встреча	meeting	rencontre	لقاء
выигрыш	prize	gain	ربح, كسب
выпуклый	convex	convexe	ناتئ, أحذب
выражение	expression	expression	تعبير عن, عبارة
высота	height	hauteur	ارتفاع
выталкивать	push out	pousser, expulser	أخرج دفعا
выталкивающая (сила)	buoyant force	poussée d'Archimède	القوة الدافعة
вытекать	flow (run) out	découler	نبع

вытеснять	displace	déplacer, évincer	أزاح, أخرج
вычисление	calculation	calcul	حساب
вычислять	calculate	calculer	حسب, أحصى
вычитание	subtraction	soustraction	طرح
<b>Г</b>			
газ, газовый	gas	de gas, gazeux	غاز, غازي
геометрия	geometry	géométrie	علم الهندسه
геометрический	geometrical	géométrique	هندسي
герц (Гц)	hertz (Hz)	hertz (Hz)	هيرتز
гидравлический (пресс)	hydraulic (press)	(press) hydraulique	هيدروليكي
гидростатика	hydrostatics	hydrostatique	علم استاتيكا السوائل
горизонтальный	horizontal	horizontal	أفقي
гравитация	gravitation	gravitation	جاذبية
гравитационный	gravitational	gravitationnel	متجاذب, تجاذبي
градус	degree	degré	درجه
грамм	gram	gramme	جرام
график	graph, diagram	graphique	رسم, رسم هندسي
груз	load, weight	charge, poids	حمل, ثقل
<b>Д</b>			
давить	press	exercer la pression	يضغط
давление	pressure	préssion	ضغط
дальность	distance	distance, portée	بعد, مدى, مسافة
данный	given	donné	معطى
движение	movement, motion	mouvement, déplacement	حركة
двигаться	move	se mouvoir, se déplacement	يتحرك
двигатель	motor, engine	moteur	محرك

действие	action, operation	action	تأثير
действовать	act	agir	يؤثر
делить(ся)	divide	se diviser	يقسم, قسمه
дерево	tree	arbre	شجرة
деревня	village, country	village	قرية
деформация	deformation	déformation	تشويه, تشوه
джоуль (Дж)	joule (J)	joule	جول
диагональ	diagonal	diagonale	خط قطري
диаметр	diameter	diamètre	قطر
дина	dyne	dyne	داين: وحدة القوة
динамика	dynamics	dynamique	علم الحركة
динамический	dynamical	dynamique	حركي, ديناميكي
динамометр	dynamometer	dynamomètre	مقياس القوة
длина	length	longueur	طول
дом	house	maison	بيت
дополнять	supplement	compléter	يضيف
дополнительный	supplementary	supplémentaire	اضافي
другой	another	autre	آخر, مختلف
дуга	arc	arc	قوس
<b>Е</b>			
единица	unit	unité	وحده
~ измерения	~ of measurement	~ de mesure	وحدة للقياس
~ длины	~ of length	~ de longueur	وحدة للطول
~ массы	~ of mass	~ de masse	وحدة للكتلة
если	if	si	إذا
ехать (едет)	drive, go	aller	يذهب راكباً, يقود

<b>Ж</b>			
железо	iron	fer	حديد
жёсткость ~ пружины	rigidity ~ of a spring	rigidité raideur du ressort	عسر, جسوءة النابض
жидкий	liquid, fluid	liquide	سائل
<b>З</b>			
зависеть	depend (on)	dépendre	يعتمد على
зависимость	dependence	dépendance	اعتماد
задача	problem, sum	problème	مسألة
закон	law; principle	loi	قانون
замедленный	retarded	ralenti	تباطى
замедленное движение	retarded motion	mouvement retardé	حركة متباطئه
замкнутый	closed, isolated	fermé	مغلق, معزول
заряд	charge	chargé	شحنه
затрачивать	spend	dépenser	يفقد
затраченная работа	spent work	travail dépensé	عمل مفقود
земля	earth, ground	la terre	أرض
значение	value	valeur, signification	معنى
<b>И</b>			
идеальный	ideal	idéal, parfait	مثالي
идти	go, walk	marcher, aller	ذهب ماشيا
известный	known	connu	معروف
изменение	change	changement	تغير
изменять(ся)	change	se changer	يغير
измерение	measurement	mesurage, mesure	مقياس
измерять	measure	mesurer	يقيس

изолированный	isolated	isolé	معزول, منعزل
изучать	study, learn	étudier	يتعلم, يدرس
иметь	take	avoir	يملك
импульс	impulse	impulsion	نبض, إشارة, دفع القوة, ضغط القوة
инертность	inertness	inertie	خمول, قصور
инерция	inertia	inertie	قصور ذاتي
инерциальный	inertial	inertial	قصوري
интервал	interval	intervalle	فاصل
интернациональный	international	international	عام, عالمي
искусственный	artificial	artificiel	صناعي
исчезать	disappear	disparaître	يختفي
<b>К</b>			
каждый	each, every	chacun	كل, كل واحد
какой	what, which	comment, quel	ماذا, أي
кандела	candela	kandel	كاندلا
касательная	tangent	tangente	مماس, خط التماس
качение	rolling	roulement	انزلاق
квадрат	square	carré	مربع
квадратный (корень)	square (root)	carré(e)	تربيعي, جذر تربيعي
кельвин	kelvin	kelvin	كالفин
керосин	kerosene	kerosene	كيروسين
килограмм	kilogram(me)	kilogramme	كيلو جرام
кинематика	kinematics	cinématique	علم الحركة المجردة
кинематический	kinematic	cinématique	علم الحركي المجرد
кинетический	kinetic	cinétique	حركي
кипеть	boil	bouillir	يغلي

кирпич	brick	brique	طوبية
классический	classical	classique	كلاسيكي
книга	book	livre	كتاب
колебание	oscillation, vibration	oscillation	ذبذبة
количество	quantity	quantité	كمية
конец	end	fin	آخر, نهاية
конечный	final	final	نهائي
контакт	contact	contact	اتصال, تواصل, احتكاك
коньки	skates	patins	تزلج
конькобежец	skater	patineur	متزلج
координата	coordinate	coordonnée	احداثي
косинус	cosine	cosinus	جتا, منحنى
коэффициент	coefficient	coefficient	معامل
кран	crane	grue, robinet	صمام
кривая	curve	courbe	منحني
криволинейный	curvilinear	curviligne	خط منحنى
куб	cube	cube	تكعيب
кубический	cubic	cubique	تكعيبي
Л			
латунь	brass	laiton	نحاس أصفر
лёд	ice	glace	ثلج
льдина	block of ice, ice-floe	glaçon	كتلة من الثلج
лежать	lie	trouver	بسنلقي
лететь	fly	voler	يطير
линейный	linear	linéaire	معوج, منكسر منحنى

линейная функция	linear function	fonction linéaire	وظيفة خطية
линия	line	ligne	خط, سطر
лифт	elevator, lift	ascenseur	مصعد
ломаный	broken	cassé	مكسور
лодка	boat	bateau	قارب
луна	moon	lune	قمر
любой	any	lequel, chacun	أي
<b>M</b>			
магнетизм	magnetism	magnétisme	مغناطيس
магнитный	magnetic	magnétique	مغناطيسي
Марс	Mars	hune	كوكب مارس
масса	mass	masse	كتلة, وزن
масштаб	scale	échelle	مقاس, مقدار
материя	matter	matière	مادة
материальная точка	material point	point matériel	النقطة المادية
материальный	material	matériel	مادي
машина	car	voiture	سيارة
маятник	pendulum	pendule	بندول
мгновение	moment, instant	instant	لحظة
мгновенный	flash, instantaneous	instantané	لحظي
международный	international	international	عالمي
меньше (от «мало»)	less (little)	inferieur	أقل, قليل
мера	measure	mesure	قياس
место (встречи)	place (of meeting)	place de rencontre	مكان للقاء

метр	meter	mètre	متر
механика	mechanics	mécanique	ميكانيكا
механический	mechanical	mécanique	ميكانيكي
мир	world	le monde	عالم
модуль	modulus	module	قيمه مطلقة
молекула	molecule	molécule	جزيئة
молекулярный	molecular	moléculaire	جزيئي
моль	mole	mole	مول
момент	moment	moment	لحظة
момент силы	moment of force	moment d'une force	القوة اللحظية
море	sea	mer	بحر
мотор	motor, engine	moteur	ماتور
мощность	power	puissance, capacité	قدرة
<b>Н</b>			
навстречу, ~ друг другу	to meet,	a la recontre à la recontre les uns des au	الى اللقاء
называть(ся)	call	s'appelle	يسمى
наклонный	inclined	incliné	منحني
намного (очень много)	much more	beaucoup	كثير جدا
направление	direction	direction	اتجاه
направленный	directed	dirigeable	اتجاهي
например	for example	par exemple	مثال
наука	science	science	علم
находить(ся)	to be situated	se trouver	تقع, توجد



начало	beginning	commencement	ابتداء
начальный	initial, first	initial	ابتدائي
невесомость	weightlessness	impondérabilité	عديم الوزن
независимый	independent	indépendant	مستقل, استقلال
нейтральный	neutral	neutre	عادي
некоторый	some	certain	بعض
нельзя	it's impossible	on ne peut pas	ممنوع, غير ممكن
неподвижный	immovable	immobile	غير متحرك
непрерывный	continuous	continu	مستمر, متواصل
неравномерный	uneven, irregular	non uniforme	غير متساوي
неровный	uneven	anguleux, irrégulier	غير مستقيم
несколько	a few, some	quelques, un peu	البعض, قليل
неустойчивый	unstable	instable	غير ثابت
нормальное (центростремительное) ускорение	normal (centripetal) acceleration	accélération normal (centripète)	تسارع منتظم
нулевой	zero	zéro, nul	صفر
ньютон (Н)	newton (N)	Newton	نيوتن
<b>O</b>			
обладать (энергией)	possess, own	posséder	حاز, امتلك
обмен	exchange	échange	تبادل
обозначать	designate, mean	désigner	علاقه, يوضح
обозначение	denotation	désignation	توضيح
оборот	revolution, rotation	l'échange, tour	دورة
обратно (назад)	back	inversement	عكس, خلف
объект	object	objet	شيء

объем	volume	volume	حجم
одинаковый	equal, identical	le même, indentique	متساوي
одновременно	simultaneously	simultanément	في نفس الوقت
однородный	uniform, homogeneous	uniforme, homogène	من نفس النوع
окружающий	surrounding	l'entourage	محيط
окружность	circle, circumference	circonférence	احاطه
описать (описывать)	describe	décrire	وصف وصف
определенный	definite	défini	تعريف, معرف
определять	define	définir	يعرف
оптика	optics	optique	علم البصريات
опустить	pull down	abaisser	أنزل
опыт	experiment	expérience	خبرة
основной	basic	fondamental	أساسي
остановка	stop	arrêt, stoppage	محطة, توقف
ось	axis	axe	محور
оси координат	coordinate axes	axes de coordonnées	المحور الأحداثي
ответ	answer, reply	réponse	جواب
отвечать	answer, reply	répondre	يجابوب
отдача	return	retour	عطاء, مردود, ارتداد
отдача винтовки	kick	retour de fusil	ارتداد البندقية
отдельно	separately	à part	منفصل
отдельный	separate	séparé	انفصالي
отличие	difference, distinction	différence, distiction	اختلاف
отличать	differ	distinguer	يختلف, يميز, يفرق

относительно	relatively	relativement	بالنسبة الى
относительный	relative	relatif	تناسبي, متناسب
отношение ( <i>mat.</i> )	ratio, relation	relation	علاقة
отрезок	piece, segment	segment	خط بطول معين
отрицательный	negative	négatif	سالب
отсчет	reference	référence	حساب, اسناد
отталкивание	repulsion	répulsion	تنافر
<b>II</b>			
падать	fall, drop	tomber, baisser	يسقط
падение	fall	chute, baisse	سقوط
парабола	parabola	parabole	قطع مكافئ
параметр	parameter	paramètre	بارومتر
параллель(ный)	parallel	parallèle	متوازي
параллелограмм	parallelogram	parallelogramme	متوازي الأضلاع
паскаль (Па)	pascal (Pa)	pascal (Pa)	باسكال
переменное (движение)	variable (motion)	mouvement varie	حركة متغيرة
перемещение	displacement	déplacement	اختلاف, امتزاج
перемещать	displace	déplacer	يخلط, يمزج
переносить	transfer	transférer	ينقل
период	period	période	دوره
перпендикулярный	perpendicular	perpendiculaire	عامودي
плавать	float	flotter, nager	يسبح
плечо силы	force arm	bras de force	ذراع القوة
ПЛОСКОСТЬ (ПЛОСКИЙ)	plane	plan	مستوى مستوي
плотность	density	densité	كثافة

площадь	area	surface, aire	مساحة
поверхность	surface	surface	سطح
погружать	immerse	plonger, submerger	غطس
подвес	suspension	suspension	تحميل, تعليق
подвесить	hang up, suspend	suspendre	يحمل, يعلق
подъем	lifting	montée	رفع, صعود
подъёмная сила	elevating force	force de élévateur	القوة الرافعة
подставить (в формулу)	substitute (into the formula)	substituer (dans la formule)	عوض, استبدال (بالمعادلة)
поезд	train	train	قطار
показать	show	montrer, voir	يظهر, يري
покоиться (покой)	rest	reposer	سكون, ساكن
полезный	useful	utile	نافع
полный	full, total	total, complet	كامل, ممتلئ
положение	position	position	وضعية
положительный	positive	positif	ايجابي
получать	receive, gain	recevoir, obtenir	يستلم
помощь	help	aide	مساعدته
понятие	idea, notion	idee, notion	مفهوم, معتقد
поперечный	transverse, cross	transversal	افقي تقاطع
построение	construction	construction	رسم, انشاء
построить (график)	draw (graph); plot	construire un graphique	ينشأ يرسم المخطط
постоянный	constant	constant	ثابت
потенциальная энергия	potential energy	énergie potentielle	محتمل
потери	loss, waste	perte	فقدان
поэтому	therefore	c'est pourquoi	لذلك

правило	rule	règle	صحيحة, مسلم
превращать	turn ( <i>into</i> ); transform	transformer	يرجع, يعود
предел	limit	limite	امتداد
предмет	object	objet	ماده
представить	present, produce	produire	قدّم
пренебречь (не учитывать)	neglect	négliger	اهمل
преодолевать	overcome; get over	surmonter	قهر
препятствие	obstacle	obstacle	عقبة, اعاقة
приблизительно	approximately; about	approximativement	تقريبا
прибор	instrument	appareil	أداة
пример	example	exemple	مثال
принять	assume; take	accepter, admettre	قبل, اتخذ, أعتبر
природа	nature	nature	طبيعة
приложение (точка приложения)	application (point of application)	application (point de application)	المجاورة, المتاخمة (نقطة الجاورة)
применять	use; apply	appliquer	استخدم, استعمل
приобретать	acquire	acquérir	اكتسب, حصل
притягивать	attract	attirer	جذب, سحب
притяжение	attraction	atraction	جاذبية, اجتذاب
причина	cause; reason	raison	سبب
проводить (черту)	draw (a line)	faire (ligne)	يرسم, يعمل خط
проекция	projection	projection	مسقط, اسقاط
произведение	product	production	اشتقاق
производить (создавать)	make; execute	produire, operer	يشتق
производный	derived	dérivé	مشتق

происходить	take place; occur	passer	يُصبح
пройденный	passed	passé	يمرر
промежуток (отрезок)	interval, space	intervalle	فاصل, مسافة
пропорциональный	proportional	proportionnel	تناسب
прямая	direct	dépendance	تسارع طردي
пропорциональная	proportional	directement	اعتماد
зависимость	dependence	proportionnelle	
обратная	inverse	dépendance	عكسي
пропорциональная	proportional	inversement	
зависимость	dependence	proportionnelle	
простой	simple, easy	simple	بسيط
пространство	space; area	espace	فضاء, مساحة
противоположный	contrary; opposite	opposé	وضعية عكسية
процесс	process	procès	عملية
пружина	spring	ressort	نابض, زنبرك
прямая (линия)	direct (line)	la ligne droit	خط مستقيم
прямолинейный	rectilinear	rectiligne	مستقيم
прямоугольник	rectangle	rectangle	مثلث قائم الزاوية
пуля	bullet	balle	رصاصة
пункт	point	point	فقرة,
путь	road; way	chemin, voie	طريق
<b>P</b>			
работа	work	travail	عمل
равенство	equality	égalité	متزن
равновесие	equilibrium	équilibre	توازن, اتزان
равнодействующий	resultant	résultante	محصلة

равнозамедленное движение	uniformly retarded motion	mouvement uniformement	تباطوء منتظم
равномерное движение	uniform motion	mouvement uniforme	حركة منتظمة
равнопеременное движение	uniformly variable motion	mouvement uniformément varié	تسارع ثابت
равноускоренное движение	uniformly accelerated motion	mouvement uniformement accélère	حركة ثابتة التسارع
равняться	be equal (to)	égalité	يجعله متساوي
радиан	radian	radian	راديان: زاوية
радиус	radius	radius	نصف قطر
раздел (часть)	part	parte, chapitre	جزء, قسم
различие	difference; distinction	différence	مختلف, متباين
размер	dimension, size	dimension	قياس
размерность (единица измерения)	measure (unit of measure)	dimension	وحدة القياس
разность	difference	différence	اختلاف
разорваться (о снаряде)	explode, burst	déchirer	ينفجر
ракета	rocket	fusée	صاروخ
рассмотреть	examine, consider	considerer	يبحث
расстояние	distance	distance	مسافه
растяжение	tension; stretching	distention	سحب, تمطط
реактивный	jet	réactif	نفاث
результат	result	résultat	نتيجه
резльтирующий	resultant	résultante	ناتج
река	river	rivière	نهر

рисунок (рис.) (в книге)	illustration; picture	illustration, dessin	رسمه, صورہ
ртуть	mercury	mercure	زئبق
<b>С</b>			
самолет	airplane	avion	طائرہ
свет	light	lumiere	ضوء
СВЕТИТЬ	shine	luminer	يضيء, يشع
свободный	free	libre	حر
свободное падение	free fall	chute libre	السقوط الحر
свойство	property	propriété	خاصية
связь	tie; bond	liaison, lien	رابطه, شبكه, وصله
секунда	second	second	ثانية
сечение	section	section	مقطع
сжатие	compression	compression	ضغط
сжимать (сжать)	compress	se comprimer	يضغط
сила (тяжести)	force (of gravity)	force (de poids)	قوة
символ	symbol	symbol	رمز
система	system	systeme	جهاز
скаляр	scalar	scalaire	كمية عددية لا موجهة
скалярная величина	scalar quantity	grandeur scalaire	عددي
складывать / сложить	add, sum up	additionner	يضيف, يزد
скользить	slide	glisser	انزلق, تزلق
скольжение	sliding	glissement	انزلاق
скорость	velocity, speed	vitesse	سرعه
слева	on the left	à gauche	الى اليسار
следовательно	therefore	par conséquent	بالتالي



сложение	addition	addition	جمع
сложить (складывать)	add	additioner	يضيف, يزيد
сложное движение	compound motion	mouvement composé	حركة معقدة
снаряд	gear	obus	قذيفة
совершить	do; make	accomplir	يصنع, يعمل, يفعل
соединять	connect; join	lier, unir	يوصل
совпасть	coincide	coïncider	طابق, وافق
солнце	sun	soleil	شمس
сообщить скорость	give velocity	donner une vitesse	بلغ, اعلم السرعة
соответствовать	correspond	correspondre	تتوافق
соотношение	relation	corrélation	مع العلاقة
соприкасаться	adjoin, come into contact	toucher	تلامس, تماس
сопротивление	resistance	résistance	مقاومة الهواء
составить (составлять)	put together, make up, form	poser, mettre	الف, كون, وضع
составляющий	component	composant	مرکبة
состояние	state	état	حالة
справа	on the right	à droite	الى اليمين
справедливый	valid, fair	juste	عدل
способ	way, method	mode, procédé	طريقة
сравнить	compare	comparer	يقارن
среди (между)	amidst, among	entre	بين
средний	average, mean	moyen	متوسط
сталкиваться	collide	se heurter	تصادم
статика	statics	statique	استاتيكا, سكون
стекло	glass	verre	زجاج
стена	wall	mur	حائط, جدار

стерадиан	steradian	stéradian	زاوية نصف قطرية مجسمة
стол	table	table	طاولة
сторона	side	côté	جهة
стрелка	arrow	flèche, aiguille	سهم, مؤشر
стремиться	aspire	aspirer	سعى وراء
сумма	sum	somme	مجموع
сутки	twenty four hours, day	vingt-quatre heures	24 ساعة, يوم
считать	consider	considéré	يعد, يحسب
<b>T</b>			
таблица	table	table	جدول
твёрдый	solid	ferme	صلب
тележка	light cart, hand cart	chariot	عربة, ناقلة
телесный ( <i>mat.</i> )	corporal, solid	corporel	جسدي, مجسم
тело; тело ( <i>физ.</i> )	body; solid	corps	جسم
температура	temperature	température	حراره
тепло	heat	chaleur	حراره, دفئ
тепловой	heat, thermal	thermique	حراري, دافي
термодинамика	thermodynamics	thermodynamique	ترموديناميكا, ديناميات حرارية
термометр	thermometer	thermomètre	ثيرمومتر
тетрадь	copy-book	cahier	دفتر
течение (в течение)	during	durant	خلال, أثناء
течение (реки)	river current	courant de la rivière	سيلان, تيار
ток	current	courant	تيار
толщина	thickness	épaisseur	سمكه
тонуть	drown; sink ( <i>o предмете</i> )	noyer	غرق, غطس

топливо	fuel	combustible	وقود
тормозить	brake	freiner	يوقف
торможение	breaking	freinage, bloquage	توقف
точка	point	point	نقطه
точка материальная	material point	point matériel	نقطة مادية
траектория	trajectory	trajectoire	مسار, مدار
трение	friction	frottement, friction	احتكاك
~ качения	rolling ~	~ de roulement	احتكاك الدروج
~ покоя	resting ~	~ de repos	احتكاك السكون
~ скольжения	sliding ~	~ de glissement	احتكاك انزلاقي
треугольник	triangle	triangle	مثلث
турист	tourist	touriste	سائح
тяга (тех.)	traction	traction	شد, سحب
тяготение	gravitation	gravitation	
тяжесть, сила тяжести	gravity	gravité	ثقل, قوة الثقل
тянуть	pull, draw	durer	يسحب, يجذب
<b>у</b>			
увеличение	increase	augmentation	زيادة, تضخم
увеличиваться	increase	augmenter, grandir	يتزايد, ينفخ
угол	angle	angle	زاويه
угол поворота	angle of rotation	angle de tournant	زاوية الانعطاف, الانحراف
угловой	angular	angulaire	زاوي, منحرف
удлинение	lengthening	allongement	تطويل, يجعل الشيء طويلا
указывать	show, indicate	indiquer	يظهر, يعرض
уменьшать	decrease	diminuer, se réduire	ينقص
уменьшение	decrease	diminution	نقص

умножение	multiplication	multiplication	ضرب
упругость	elasticity	élasticité	مرونة
уравнение	equation	équation	معادلة, مساواة
ускорение	acceleration	accélération	تسارع
условие	condition, requirement	condition	شرط
устойчивое (равновесие)	stable (equilibrium)	(équilibre) stable	ثبات, اتزان
устойчивость	stability	stabilité	استقرار, ثبات
участок	part, portion	partie	جزئ
учесть (учитывать)	take into consideration	prendre en considération	حسب, جرد
<b>Ф</b>			
фигура	figure	figure	شكل, رسم
физика	physics	physique	علم الفيزياء
физический	physical	physique	فيزيائي
форма	form, shape	forme	شكل
формула	formula	formuler	صيغة, وصفة
формулировать	formulate	formuler	يصيغ, شغل
фундамент	base	fondation, fondement	اساس, قاعدة
функция	function	fonction	وظيفة
линейная ~	linear ~	~ linéaire	
квадратичная ~	quadratic ~	~ quadratique	
футбольный (мяч)	football	ballon de football	كرة قدم
<b>Х</b>			
характеристика	character	caractéristique	صفه, سمه
характеризовать	characterize	caractériser	يصف

Ц			
цвет	colour	couleur	لون
центр	centre	centre	مركز, وسط
~ массы	~ of mass	~ de masse	مركز الكتله
~ тяжести	~ of gravity	~ de gravité	
центростремительное ускорение	centripetal acceleration	accélération centripète	جاذب الى المركز
Ч			
чайник	kettle	bouilloire	ابريق شاي
частица	particle	particule	جزيئ
частота	frequency	fréquence	تردد
часть	part	partie	جزئ
часы	watch	montre	ساعة
человек	person	personne	انسان
число	number	nombre	رقم, عدد
численный	numerical	numérique	عددي, رقمي
Ш			
шаг	pitch, step	augmentation, pas	خطوه
шар	ball, sphere	boule, sphère	بالون
шарик	small ball	petite boule, bille	بالون صغير
ширина	breadth	largeur	عرض
шкала	scale	échelle	مقياس
Э			
эквивалентный	equivalent	équivalent	مكافئ
экватор	equator	équateur	خط الاستواء
экскаватор	excavator	excavateur	جرافة
эксперимент	experiment	expérience	تجربه

экспериментальный	experimental	expérimental	تجريبي
электрический	electric	électrique	كهربائي
электричество	electricity	électricité	كهرباء
электродвигатель	electromotor	électromoteur	محرك كهربائي
электрон	electron	électron	الكترون
электромагнитный	electromagnetic	électro-magnétique	كهرومغناطيسي
элемент	element	élément	عنصر, ماده
элементарный	elementary	élémentaire	عنصري, مادي
энергия	energy	énergie	طاقه
эффект	effect	effet	تأثير
<b>Я</b>			
явление	phenomenon	phénomène	ظاهره
являться	be	être	تتضمن
ядро	core, nucleus	noyau	نواة
ядерный	nuclear	nucléaire	نووي

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Предисловие</b> .....	4
<b>Вводный курс по физике</b> .....	5
Занятие 1. Физика и природа.....	5
Занятие 2. Материя и виды материи.....	8
Занятие 3. Механическое движение. Тело отсчета.....	10
Занятие 4. Материальная точка. Траектория. Путь. Перемещение.....	12
Занятие 5. Основная задача механики. Система отсчета.....	15
Занятие 6. Физические величины и их единицы измерения.....	17
Занятие 7. Скалярные и векторные величины.....	21
Занятие 8. Действие с векторами.....	23
Занятие 9. Параметры прямолинейного движения – скорость и ускорение.....	27
<i>Физический диктант «Вводный курс по физике»</i> .....	29
<b>Механика</b> .....	31
<b>Кинематика. Основные положения</b> .....	31
1.1. Прямолинейное равномерное движение.....	34
1.2. Алгоритм решения задачи .....	35
1.3. Прямолинейное неравномерное движение.....	36
1.4. Криволинейное равномерное движение.....	40
1.5. Криволинейное неравномерное движение.....	41
<i>Физический диктант «Кинематика»</i> .....	44
<b>2. Динамика. Основные положения и законы</b> .....	46
2.1. Сила. Деформация. Инерция. Первый закон Ньютона. Инерциальная система отсчета.....	46
2.2. Инертность. Масса. Второй закон Ньютона.....	47
2.3. Импульс. Третий закон Ньютона.....	49
2.4. Силы в механике. Закон всемирного тяготения.....	51
2.5. Трение. Виды трения. Силы трения. Движение тела по горизонтальной и наклонной поверхности.....	55
2.6. Деформация. Виды деформации. Сила упругости. Закон Гука.....	58
<i>Физический диктант «Динамика материальной точки»</i> .....	62
2.7. Механическая работа. Мощность. Коэффициент полезного действия. Механическая энергия. Закон сохранения энергии.....	64
<i>Физический диктант «Механическая работа. Мощность. КПД. Механическая энергия. Закон сохранения энергии»</i> .....	69
<b>3. Статика. Элементы статики твердого тела</b> .....	70
<i>Физический диктант «Элементы статики »</i> .....	75
<b>4. Гидростатика. Основные понятия и законы</b> .....	78
<i>Физический диктант «Гидростатика»</i> .....	82
<b>Список источников</b> .....	83
<b>Русско-англо-франко-арабский словарь</b> .....	84

*Навчальне видання*

**ФІЗИКА**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

для практичних і самостійних занять

*(для іноземних студентів підготовчого відділення  
інженерно-технічних, інженерно-економічних, охорони здоров'я,  
біологічних, фізкультурних і сільськогосподарських спеціальностей)  
(рос. мовою)*

Автори: **ГОРБЕНКО АЛЛА МУСІЇВНА**  
**ВАЛЬЧЕНКО ІННА ВІКТОРІВНА**

Відповідальний за випуск: *Т. О. Плотнікова*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання: *А. М. Горбенко*

План 2014, поз. 466М

---

Підп. до друку 03.02.2014

Формат 60x84/16

Друк на ризографі.

Ум. друк. арк. 5,6.

Тираж 50 пр.

Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4705 від 28.03.2014 р.